

COLECCION

AQUILAFUENTE

A

AQUI  
LAFU  
ENTE

Julio Abascal, Ana B. Gil y  
Francisco J. García (Eds.)

INTERACCIÓN'2001

EDICIONES UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

ESTUDIOS CIENTIFICOS  
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

JULIO ABASCAL GONZÁLEZ, FRANCISCO JOSÉ  
GARCÍA PEÑALVO y ANA B. GIL GONZÁLEZ (Eds.)

# Interacción'2001

## 2º Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador

(16, 17y 18 de mayo de 2001 – Salamanca, España)

ORGANIZA:

Departamento de Informática y Automática  
Instituto Universitario de Ciencias de la Educación  
Asociación de Interacción Persona-Ordenador (AIPO)



EDICIONES UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

AQUILAFUENTE, 19  
c  
Ediciones Universidad de Salamanca  
y los autores

1ª edición: mayo, 2001  
I.S.B.N.: 84-7800-874-8  
Depósito Legal: S.555-2001

Ediciones Universidad de Salamanca  
Apartado Postal 325  
E-37080 Salamanca (España)

Maquetación y composición:

Francisco J. García Peñalvo  
Ana Belén Gil González

Impreso en España - Printed in Spain

Todos los derechos reservados.  
Ni la totalidad ni parte de este libro  
puede reproducirse ni transmitirse  
sin permiso escrito de  
Ediciones Universidad de Salamanca



CEP. Servicio de Bibliotecas

Interacción'2001 [Archivo de ordenador]: 2º Congreso  
Internacional Persona-Ordenador (16, 17 y 18 de mayo de 2001,  
Salamanca, España)/Julio Abascal González, Francisco José García  
Peñalvo y Ana B. Gil González (eds.); organiza, Departamento de  
Informática y Automática, Instituto Universitario de Ciencias de  
la Educación (IUCE), Asociación de Interacción Persona-Ordenador  
(AIPO).-Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 2001

1 disco compacto + 1 cuaderno de resúmenes de las ponencias.-  
(Aquilafuente; 19)

1. Interacción hombre-máquina (Informática) - Congresos. I.  
Abascal González, Julio. II. García Peñalvo, Francisco José.  
III. Gil González, Ana B. IV. Universidad de Salamanca (España).  
Departamento de Informática y Automática. V. Universidad de  
Salamanca (España). Instituto Universitario de Ciencias de la  
Educación. VI. Asociación de Interacción Persona-Ordenador.

004.5(063)

## PRÓLOGO

Interacción'2001 toma el relevo de las primeras jornadas que sobre Interacción Persona-Ordenador se llevaron a cabo en junio de 2000 en la ciudad de Granada, aunque esta vez con el reto de haber abierto la participación en el mismo a un ámbito internacional.

Las jornadas de Interacción Persona-Ordenador pretenden convertirse en un foro de obligada referencia para todos los investigadores y profesionales que tienen en la interacción su *interfaz* con la investigación y el área donde desarrollar sus *metáforas* de trabajo.

En el presente volumen se recogen los trabajos presentados en el 2º Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (Interacción'2001), celebrado en Salamanca los días 16, 17 y 18 de mayo de 2001.

Interacción'2001 se ha organizado en diez sesiones técnicas, una sesión de pósteres, dos conferencias invitadas y dos mesas redondas.

Finalmente, gracias a un gran esfuerzo del Comité de Programa de este evento, se han aceptado un total de 47 trabajos repartidos en 28 artículos, 16 artículos cortos y 13 pósteres. Cada una de las aportaciones fue revisada por entre dos y tres evaluadores.

Interacción'2001 es el fruto del trabajo desinteresado de muchas personas. Mi agradecimiento a los miembros del Comité de Programa por su esfuerzo y dedicación, en especial a su presidente, Dr. Julio Abascal, por su sensacional labor en la coordinación del proceso de selección, a los conferenciantes invitados, Dra. Clarisse Sieckenius de Souza y Dr. Fabio Paternò, por su accesibilidad y diligencia para aligerar los, de por sí, trámites burocráticos derivados de esta invitación, a los autores de los trabajos, tanto de los aceptados como de los rechazados, porque ellos son el verdadero sustento de este tipo de organizaciones científicas, y a todas las organizaciones que con su ayuda económica y material han hecho posible la realización de este Congreso.

Por último, y no por ello menos importante, reconocer la entrega y el trabajo realizado por los miembros del Comité de Organización, con la secretería del mismo a la cabeza, sin el que este Congreso nunca hubiera sido posible.

*Francisco José García Peñalvo*  
Presidente del Comité de Organización



# ÍNDICE

## CONFERENCIAS INVITADAS

- Semiotic engineering and the communicability of user interfaces .....3  
*Dra. Clarisse Sieckenius de Souza*
- Models and tools for user interface design and evaluation.....5  
*Dr. Fabio Paternò*

## SESIONES TÉCNICAS

- Interfaz adaptable para personas con discapacidad, con capacidad de tratar el temblor ..... 9  
*M. A. Rodríguez, C. Amaya, A. Linares, R. Paz, F. Díaz*
- Interfaz de usuario para un sistema móvil de ayuda a la navegación de sillas de ruedas autónomas en entornos estructurados ..... 19  
*D. Cagigas, J. Abascal, N. Garay, L. Gardezabala*
- Mediación emocional aplicada en sistemas de comunicación aumentativa y alternativa ..... 27  
*N. Garay, J. Abascal, L. Gardezabal, D. Cagigas*
- KAI: una propuesta para mejorar la accesibilidad a la web a personas con discapacidad visual..... 33  
*M. Macías, F. Sánchez*
- Interfaz para el tratamiento del sistema Braille ..... 39  
*J. Paredes, J. Palacios, Á. Rodas*
- El impacto de las NT en las personas con discapacidad en España ..... 45  
*F. Alcantud, V. Ávila, R. Romero*
- Diseño de una interfaz para tetrapléjicos ..... 55  
*P. Márquez, Á. Rodas*
- Interacción asistida abstracta: un complemento a la Manipulación directa en problemas de diseño ..... 61  
*J. Bravo, M. Ortega, M. A. Redondo, C. Bravo*
- La metáfora de la biblioteca tradicional para el diseño de una biblioteca digital .. 73  
*G. Muñoz, I. Aedo, P. Díaz*
- Métodos avanzados de presentación de datos..... 83  
*R. Cortázar, M.V. Lainez, J. Oliver*

Expandiendo el escritorio .....	93
<i>T. Baermann, M. Agustí, J. V. Benlloch</i>	
Representación mental de los conceptos, objetos y personas implicados en una tarea realizada en una interfaz.....	99
<i>J. J. Cañas, A. Antolí, P. Barquier, A. Castillo, I. Fajardo, P. Gámez, L. Salmerón</i>	
Criterios gráficos en el diseño de agentes .....	109
<i>M. Velez, J. J. Cañas, A. Antolí</i>	
Coordinación de visualizaciones en diferentes ventanas: el caso de la representación gráfica de datos estadísticos .....	119
<i>F. W. Young, P. M. Valero, I. Pareja</i>	
Espacios virtuales educativos como complemento a las actividades formativas clásicas en el ámbito de Internet.....	127
<i>F. J. García, Á. M<sup>a</sup> Moreno, A. B. Gil, R. López, J. García</i>	
Creación de cursos adaptativos en TANGOW mediante tareas, reglas y elementos multimedia .....	141
<i>R. M. Carro, E. Pulido, P. Rodríguez</i>	
Diferencias en el uso de Internet en alumnos de la E.S.O .....	151
<i>J. Jiménez, I. Romera</i>	
Nuevos paradigmas de interacción en el aula del siglo XXI .....	161
<i>M. Ortega, M. A. Redondo, M. Paredes, P. P. Sánchez-Villalón, C. Bravo, J. Bravo</i>	
Un corpus docente virtual, común y ubicuo en I.P.O .....	173
<i>Editor: J. Lorés</i>	
<i>J. Abascal, I. Aedo, J. J. Cañas, M. Gea, J. Lorés, M. Ortega, P. Valero, M. Vélez</i>	
Verificación de la accesibilidad en entornos de desarrollo web: un enfoque práctico y extensible .....	185
<i>E. García, M. A. Sicilia, J. R. Hilera</i>	
Interacción Persona-Web empleando recursos lingüísticos.....	195
<i>P. Martínez, A. M<sup>a</sup> García-Serrano</i>	
WebTE: servicios integrados para la tercera edad basados en la web .....	205
<i>R. Therón, F. J. García, Á. M<sup>a</sup> Moreno, A. B. Gil, B. Curto, J. García</i>	
Evolución de la interfaz gráfica del motor de búsqueda de un portal educativo..	211
<i>B. Gallego, L. Montandon, A.-M. Sassen, J. Whitehead</i>	
Nuevas tecnologías en la interacción persona-ordenador: un sistema basado en telefonía móvil.....	217
<i>J. A. Cotobal, M<sup>a</sup> N. Moreno, M<sup>a</sup>. J. Polo</i>	
Un sistema de presentación dinámica hipermedia para representaciones personalizadas del conocimiento.....	225
<i>P. Castells, J. A. Macías</i>	

Modelado de bases de conocimiento hipermedia mediante técnicas de información convergente.....	235
<i>S. García, E. del Moral, M. González, J. M. Cueva</i>	
Agentes remotos para el análisis automático de modelos de navegación en hipermedia .....	245
<i>M. González, S. García, E. del Moral, J. M. Cueva</i>	
Diseño de ambientes hipermedia para el aprendizaje: metáforas y recursos interactivos.....	255
<i>E. del Moral, M. González, S. García, J. M. Cueva</i>	
Análisis de tareas básicas en CBD: herramienta orientada al usuario para el diseño cooperativo de bases de datos.....	261
<i>A. L. Carrillo, A. Guevara, S. Gálvez, J. Falgueras</i>	
Implantación de puntos interactivos universitarios, terminales de autoservicio multimedia .....	273
<i>A. B. Gil, J. M. Sánchez, F. J. García, G. Sánchez, V. Prior, F. Martínez</i>	
Un modelo interactivo ubícuo aplicado al patrimonio natural y cultural del área del Montsec.....	285
<i>M. Sendín, J. Lorés, C. Aguiló, A. Balaguer</i>	
Sistema interactivo ergonómico en un sistema de alerta temprana de incendios forestales.....	297
<i>E. Amthauer, J. Schorwer, Y. Farrán, R. Hernández</i>	
Formalización de interfaces de usuario usando lógica temporal.....	303
<i>M. Enciso, J. M. Frias, C. Rossi</i>	
Modelado intencional del diálogo entre un usuario y un asistente virtual para comercio electrónico.....	313
<i>A. García, J. Calle y J. Hernández</i>	
Desarrollo y generación de interfaces de usuario a partir de técnicas de análisis de tareas y casos de uso.....	323
<i>M<sup>a</sup> D. Lozano, P. González, I. Ramos</i>	
Aplicación de técnicas formales en el diseño de sistemas cooperativos.....	335
<i>M. Gea, F.L. Gutiérrez</i>	
Modelización de sistemas interactivos basados en roles de usuario .....	345
<i>F.L. Gutiérrez, M. Gea</i>	
Análisis de escenarios de futuro en realidad aumentada. Aplicación al yacimiento arqueológico de Els Vilars.....	357
<i>N. Alonso, A. Balaguer, S. Bori, G. Ferré, E. Junyen, A. Lafuente, J. B. López, J. Lorés, D. Muñoz, M. Sendín, E. Tartera</i>	
Interfaz para el diseño interactivo de escenarios para simulación de conducción .....	369
<i>I. Coma, S. Rueda, M. Sánchez, M. Fernández</i>	

Interacción en lenguaje natural con robots móviles .....	375
<i>M. González, E. Fernández, J. Gómez, M. Toro</i>	
Evaluación realista de la usabilidad en la ingeniería de la Interfaz Persona Ordenador.....	381
<i>J. Falgueras, A. Guevara</i>	
Un sistema de protocolos dinámicos de recogida de datos para mejorar la aceptación de la interfaz de usuario en dominios clínicos .....	391
<i>F. J. Nava, M. Martínez</i>	
La usabilidad en los sitios web como facilitador de la fidelización para el comercio electrónico.....	401
<i>I. Gil, R. I. Navarro, R. Darío</i>	
Personalización estructural basada en evaluación de la usabilidad: un caso de estudio de e-Learning .....	411
<i>M. Á. Sicilia, J. J. Martínez, E. García</i>	

## PÓSTERES

Experiencia docente mediante nuevas tecnologías: integración del ordenador en un laboratorio de electrónica.....	419
<i>A. B. Gil, Á. Sánchez, J. Torreblanca, C. Hernández, T. Martínez</i>	
Arquitectura automatizada de comercio electrónico.....	423
<i>I. Borrego, M. J. Hernández, F. J. García, B. Curto, V. Moreno, J. A. Hernández</i>	
Herramienta automática para la generación de catálogos de venta en Internet....	429
<i>M. J. Hernández, I. Borrego, F. J. García, B. Curto, M<sup>a</sup> N. Moreno, J. A. Hernández</i>	
Docencia virtual: una clase de electrónica.....	435
<i>Á. Sánchez, J. Torreblanca, A. B. Gil, C. Hernández, T. Martínez</i>	
Prácticas multimedia de electrónica para la docencia en una Escuela de Ingeniería Industrial.....	439
<i>J. Torreblanca, A. B. Gil, Á. Sánchez, C. Hernández, T. Martínez</i>	
El proyecto InterAct: una arquitectura de pizarra para la implementación de entornos activos .....	443
<i>X. Alamán, P. Haya, G. Montoro</i>	
Tecnologías web para proveedores de información dinámica.....	445
<i>D. Gayo, B. López, J. E. Labra</i>	
El espacio virtual como herramienta de comunicación y formación entre profesionales de la educación.....	447
<i>L. González, J. M. Muñoz</i>	
Interfaces Hombre-Máquina: supervisión, monitorización y control distribuido aplicados al sector agroalimentario.....	451
<i>R. Pizá, I. Baeta, R. Moreno, J. Tornero</i>	

Diseño de interfaces Hombre-Máquina aplicadas a la docencia e investigación en robótica móvil.....	455
<i>R. Pizá, J. Tornero</i>	
Dispositivos de entrada de datos 3D en tele-robótica .....	459
<i>M. Mellado, J.V. Catret, D. Puig</i>	
Diseño, implementación y control de un sistema háptico con realimentación sensorial en tele-robótica .....	461
<i>R. Zotovic, M. Mellado, V. Jornet, J.V. Catret, D. Puig</i>	
JRF: herramienta para la simulación y programación de robots .....	463
<i>J. L. Gómez, I. Álvarez, F. J. Blanco</i>	

## **LISTA DE AUTORES**

Lista de autores .....	469
------------------------	-----



## ACTAS DEL 2º CONGRESO INTERNACIONAL DE INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR (INTERACCIÓN'2001)

### EDITORES:

Julio Abascal González  
Francisco J. García Peñalvo  
Ana B. Gil González

### ENTIDADES COLABORADORAS:

Universidad de Salamanca  
Decanato de la Facultad de Ciencias  
ACM Local SIGCHI  
ADIE  
Asociación de Ingenieros en Informática de Castilla y León (AII CyL)  
Asociación de Técnicos en Informática (ATI)  
Ayuntamiento de Salamanca  
Banco de Santander  
Jamón de Guijuelo – Consejo Regulador Denominación de Origen  
Junta de Castilla y León  
Pearson Educación

### ORGANIZADAS POR:

Departamento de Informática y Automática  
Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE)  
Asociación de Interacción Persona-Ordenador (AIPO)





## COMITÉ DE PROGRAMA

### PRESIDENTE

Julio Abascal  
(Universidad del País Vasco)

### MIEMBROS

Ignacio Aedo  
(Universidad Carlos III)  
José Cañas  
(Universidad de Granada)  
Pablo Castells  
(Universidad Autónoma de Madrid)  
Juan Manuel Cueva  
(Universidad de Oviedo)  
Joaquín García  
(Universidad de Salamanca)  
Francisco José García  
(Universidad de Salamanca)  
Miguel Gea  
(Universidad de Granada)  
Antonio Guevara  
(Universidad de Málaga)  
Jesús Lorés  
(Universidad de Lleida)  
Roberto Moriyón  
(Universidad Autónoma de Madrid)  
Manuel Ortega  
(Universidad de Castilla-La Mancha)  
Manuel Perez-Cota  
(Universidad de Vigo)  
Ángel Puerta  
(Stanford University - USA)  
Eugenia Santamaría  
(Universidad Oberta de Catalunya)  
Clarisse Sieckenius de Souza  
(PUC-Rio, Brazil)  
Carlos Velasco  
(GMD – German National Research  
Center for Information Technology)

## COMITÉ DE ORGANIZACIÓN

### PRESIDENTE

Francisco José García Peñalvo (Universidad de Salamanca)

### SECRETARÍA

Ana Belén Gil González (Universidad de Salamanca)

### MIEMBROS

Luis Alonso Romero (Universidad de Salamanca)

Joaquín García Carrasco (Universidad de Salamanca)

Ricardo López (Universidad de Salamanca)

María N. Moreno García (Universidad de Salamanca)

Ángeles M<sup>a</sup> Moreno Montero (Universidad de Salamanca)

Belén Curto Diego (Universidad de Salamanca)

Vidal Moreno Rodilla (Universidad de Salamanca)

Juan Manuel Corchado (Universidad de Salamanca)

Roberto Therón Sánchez (Universidad de Salamanca)

Iván Álvarez Navia (Universidad de Salamanca)

Guillermo González Talaván (Universidad de Salamanca)

María José Polo (Universidad de Salamanca)

Ana de Luis Reboledo (Universidad de Salamanca)

José Rafael García-Bermejo Giner (Universidad de Salamanca)

Angélica González Arrieta (Universidad de Salamanca)

Francisco Javier Blanco (Universidad de Salamanca)

Jaime González (Universidad de Salamanca)

Mario Francisco Sutil (Universidad de Salamanca)

Guillermo Hernández Sánchez (Universidad de Salamanca)

Pastora Vega Cruz (Universidad de Salamanca)

Araceli Sánchez Sánchez (Universidad de Salamanca)

Antonio José Mendes (Universidade de Coimbra)

---

---

CONFERENCIAS  
INVITADAS

---

---



# Semiotic engineering and the communicability of user interfaces

Dra. Clarisse Sieckenius de Souza

Departamento de Informatica - PUC-Rio  
Rua Marques de Sao Vicente 225  
22453-900 - Rio de Janeiro, RJ (Brazil)  
[clarisse@inf.puc-rio.br](mailto:clarisse@inf.puc-rio.br)  
<http://www.inf.puc-rio.br/~clarisse/>

**Abstract.** User interfaces can be viewed as one-shot, higher-order messages sent from designers to users. The content of such messages is a designer's conception of who the users are, what their needs and expectations are, and, more important, how the designer has chosen to meet these requirements through an interactive artifact. The form of the messages is an interactive language (i.e., a series of organized dialog patterns determining how and which other lower-order messages can be exchanged between users and systems). From this perspective, user interface design is a semiotic engineering task whose target is to convey the specific principles of communication that are embedded in any software artifact.

This lecture will briefly introduce our Semiotic Engineering approach to HCI design and present Communicability Evaluation, a method devised by the Semiotic Engineering Research Group of the Computer Science Department in Rio de Janeiro Catholic University (PUC-Rio) to evaluate how well HCI designers get their design vision across to software users via user interfaces. It will show how a Semiotic Engineering can draw the designers' attention to communicative dimensions that are typically less explored by current usability evaluation methods but have a considerable impact on the user's experience.

For more information about SERG, visit: <http://peirce.inf.puc-rio.br>.



# Models and tools for user interface design and evaluation

Dr. Fabio Paternò

CNUCE - C.N.R.  
Via G. Moruzzi, 1, 56100 Pisa (Italy)

[fabio.paterno@cnuce.cnr.it](mailto:fabio.paterno@cnuce.cnr.it)  
<http://giove.cnuce.cnr.it/~fabio/>

**Abstract.** Model-Based approaches can give useful support to user interface designers and developers by highlighting relevant aspects that they should take into account and providing more logical descriptions of the main features of interactive applications. For example, task models can be useful to communicate design solutions among designers, developers, psychologists, application domain experts, and users. More generally, model-based approaches are becoming part of the current practice in user interface development. However, there is still a considerable lack of structured methods in using the information contained in models for designing and evaluating user interfaces. Such methods require expressive and flexible notations, criteria supporting the design, support for reuse of good design solutions, and tool support. The goal of the presentation is to give an introduction to these problems and to describe and discuss their possible solutions with particular attention to the automatic tool support.

The presentation will start with an introduction of the models that are relevant in human-computer interaction a description of the structure and objectives of the tutorial. Regarding models for interactive applications, we will pay attention to task models, how to represent them (including representations for cooperative applications) and analyse their content and support the development of such models using information taken from informal descriptions, such as scenarios. We will also discuss domain models, how to structure and represent the objects composing them and how it is possible to integrate them with task models. Next, we will move on to discuss how the information contained in the models described can be used to support the design of user interfaces. Criteria to select the most suitable interaction and presentation techniques will be introduced, along with criteria for designing layout of presentations. Particular attention will be paid to the wide variety of devices currently available, which is bound to increase in the coming years, because it poses a number of issues for the design cycle of interactive software applications. Model-based approaches for the design of nomadic applications will be discussed. The aim is to enable each interaction device to support appropriate tasks that users expect to perform and designers to develop the various device specific application modules in a consistent manner. Another issue considered will be how to use information contained in task models to support usability evaluation. For example, we will discuss what can be analysed with tool support by considering logs of user interactions and the task model in both Web and desktop applications. The state of art in the area of model-based design and evaluation will be reviewed in order to give a broad view of how the issues considered have been addressed, the current trends and problems. We will also discuss a research agenda in the field and we will leave some time available at the end for open discussion with participants.



---

---

# SESIONES TÉCNICAS

---

---



# Interfaz adaptable para personas con discapacidad, con capacidad de tratar el temblor

M. A. Rodríguez, C. Amaya, A. Linares, R. Paz, F. Díaz

Grupo de Robótica y Tecnología de Computadores Aplicada a la Rehabilitación.  
Facultad de Informática. Avda. Reina Mercedes, S/N. 41012 Sevilla.

[rodrigu@atc.us.es](mailto:rodrigu@atc.us.es)

**Resumen.** En este artículo se presenta y describe una interfaz adaptable, que puede suplir a cualquier otra interfaz (por ejemplo a un teclado y ratón estándar), para manejar un ordenador personal compatible PC bajo el sistema operativo Windows. Esta interfaz está construida usando una tableta digitalizadora estándar de tamaño A3. Diseñando plantillas parecidas a las que se encuentran en los programas de CAD, la tableta puede emular distintos tipos de teclados, y gracias al software configurable desarrollado, puede responder de forma distinta a distintos tipos de teclado. Por ejemplo, puede emular un teclado convencional o un teclado reducido con algoritmos de desambiguación tipo T9 [4]. Se describen asimismo las herramientas que se han diseñado alrededor de esta interfaz, para permitir su uso tanto a usuarios finales como a investigadores que quieran estudiar los temblores involuntarios de personas discapacitadas. Finalmente, a modo de ejemplo, se discute una sesión con la interfaz donde se analiza el comportamiento de distintos usuarios en el seguimiento de trayectorias simples.

**Palabras clave:** Interfaz humano-computador, interfaces adaptables, emulación de teclados, Filtrado de temblores.

## 1. Introducción

Los periféricos usuales, ratón y teclado, son completamente inútiles para usuarios con discapacidades motrices, como son los temblores involuntarios: el teclado por la cantidad de teclas que posee y lo pequeñas que son, que obliga a realizar pulsaciones precisas. El ratón por un motivo similar: al seguir fielmente los movimientos de la mano que lo sujeta, el cursor del mismo no podrá apuntar a ningún objeto concreto de la pantalla si el discapacitado no puede controlar sus movimientos. Con entornos visuales como Windows en los que existen muchos elementos seleccionables por el ratón, y muchos de ellos de pequeña superficie, el problema de la precisión se agrava. Se han desarrollado soluciones mecánicas para adaptar los teclados a los discapacitados, como el *licornio*, coberturas especiales para las teclas, etc. [2]

El ordenador puede permitir no sólo ayudar al usuario, sino además darle todo tipo de información sobre las intenciones que el sistema detecta por parte del mismo (realimentación). Otro elemento muy importante es el estudio de los temblores del usuario: existen discapacidades que impiden manejar con soltura aparatos en los que se requiera un cierto grado de precisión. Sin embargo, es posible que esos temblores

obedezcan a un patrón conocido o calculable. Para ello el sistema debe saber en todo momento la posición de la mano del usuario. Esta posición a lo largo del tiempo dibuja una figura, un patrón de temblor que puede seguir una pauta bien definida. Si el ordenador conociera tal patrón, podría corregir las imperfecciones del usuario devolviéndole la habilidad que no posee.



**Fig. 1:** Tableta digitalizadora empleada normalmente en CAD

Algunos autores han propuestos dispositivos electromecánicos [10], para reducir mecánicamente los temblores en general [9] o en actividades específicas como comer [11], escribir [12], conducir una silla de ruedas [10], etc. Estas actividades pueden realizarse también mediante brazos robotizados controlados por el usuario discapacitado [8][13], donde los brazos teleoperados permiten el preprocesado de los comandos de control filtrando los efectos no deseados del temblor.

Desde hace ya 10 años, el Grupo de Robótica y Tecnología de los Computadores aplicada a la Rehabilitación de la Universidad de Sevilla ha investigado, diseñado y puesto a punto una serie de dispositivos y programas que permiten facilitar el manejo de ordenadores a los discapacitados con parálisis cerebral y otras minusvalías profundas [1]. En este artículo presentaremos un sistema interfaz adaptable usando como único hardware una tableta digitalizadora estándar.

El problema del diseño de interfaces hombre-máquina ha sido estudiado extensivamente tanto en el caso general [14][15][16] como en el caso de usuarios discapacitados [2][5], pero las soluciones actuales están lejos de ser óptimas, al menos en lo que al tratamiento del temblor concierne. Se han realizado algunos estudios tratando diferentes aspectos específicos de las interfaces de ordenador para usuarios con temblores. Las diferentes tentativas de diseño de dispositivos de entrada de datos están concretadas en joysticks [8], joysticks con control de realimentación [16][17], ratones [12], tabletas [18][1].

El filtrado de datos normal es válido para algunas personas [16], pero las técnicas de filtrado adaptativo [17][8] producen resultados más favorables ya que los patrones de distorsión en movimientos voluntarios pueden variar incluso en un mismo individuo. Aunque estas variaciones dependen fundamentalmente del tipo de discapacidad, hay muchos otros factores individuales en liza: medicación, fatiga, nerviosismo durante las pruebas, etc.

## 2. Descripción de la interfaz adaptable

Se basa en el uso de una tableta digitalizadora de las empleadas normalmente en CAD (Fig. 1). Un cursor, dispositivo análogo a un ratón, se desliza sobre la tableta que está conectada al ordenador vía puerto serie, y le va transmitiendo su posición. La misión de la tableta será muestrear y enviar al ordenador la posición del cursor en cada instante de tiempo. Un software especial en el ordenador recogerá las muestras, las traducirá de manera conveniente y las almacenará para su posterior estudio.

La interfaz adaptable puede funcionar de dos formas: modo *seguimiento de trayectorias* y modo de *elección de zona*.

### 2.1 Modo de seguimiento de trayectorias

Usando este modo la tableta manda a la aplicación que la esté usando, la posición del cursor en cada instante de tiempo, además de ir almacenando en disco. Está pensado para realizar aplicaciones en las que se quiera analizar la precisión de un usuario al obligarle a seguir una trayectoria con el fin de detectar patrones de temblores o tendencias. También se pueden realizar juegos en los que el ordenador pide al usuario que siga a un punto en pantalla moviendo el cursor de la tableta y viendo como un cursor en pantalla se va moviendo siguiendo los movimientos del brazo. La utilidad del modo de trayectorias se muestra en la última sección, donde se enseñan trayectorias de usuarios reales y conclusiones de sus discapacidades.

### 2.2 Modo de elección de zona

En este modo de funcionamiento, la superficie de la tableta está dividida en zonas. El usuario puede elegir una de esas zonas poniendo el cursor encima de ella. Estas zonas están dibujadas sobre una hoja del tamaño adecuado según la tableta, por ejemplo, A3, que constituyen una plantilla. En la implementación actual, las zonas pueden ser rectangulares o circulares, y de cualquier tamaño, pudiendo existir hasta 255 diferentes. Estas zonas serían el equivalente a las teclas de un teclado o las elecciones en un menú, actuando de la misma manera que las plantillas en programas estándar de CAD. Por ejemplo, podemos poner dibujos de frutas en la tableta, y pedir al usuario mediante un programa que vaya señalando en la tableta la fruta cuyo nombre se muestra en pantalla.

Básicamente, los dos tipos de análisis de movimientos que se pueden realizar son:

- Control de la precisión estática: ver qué grado de precisión tiene un usuario al que se le pide que señale a un punto concreto en la tableta gráfica.
- Control de la precisión dinámica: ver con qué grado de precisión un usuario es capaz de seguir una trayectoria con el cursor de la tableta, guiada por el ordenador en la pantalla.

El objetivo de estos estudios es descubrir los tipos de temblores que un usuario padece, encontrar un patrón para ellos, y hacer que el ordenador, sabiendo ese patrón, intuya la dirección o el punto hacia el cual el usuario pretende mover el cursor.

Para realizarlos es necesario realizar programas que por una parte interactúen con el usuario, y por otra parte con la tableta. A tal fin se ha diseñado una interfaz de programación (API) que permite con poco esfuerzo desarrollar programas en el S.O. Windows para su uso con discapacitados. De esta manera, las tareas de configurar la tableta gráfica, el muestreo, el almacenamiento de muestras y la detección de zonas queda a cargo de esta interfaz de programación. Los desarrolladores de programas pueden usarla como si de un teclado o un ratón se tratase.

Uno de los componentes de este API es la llamada *rutina de estrategia*. Es el que recibe todas las muestras de coordenadas (X,Y) de movimiento del usuario en la tableta. Se encarga de determinar cuándo se considera que se ha llegado a una zona, y en tal caso, notificarlo a la aplicación de usuario. La “inteligencia” que sea capaz de desarrollar esta rutina será la que condicione la adaptabilidad de la interfaz a uno u otro tipo de usuarios. Los esfuerzos de investigación en este sentido están orientados pues, a conseguir algoritmos que sean capaces en el menor tiempo posible de predecir la zona a la que intenta dirigirse el usuario con el cursor. En este sentido son muy útiles los resultados que se pueden obtener usando la tableta en el modo de seguimiento de trayectorias, como veremos después.

### **3. Herramientas de apoyo a la interfaz adaptable**

#### **3.1 Generador de plantillas**

Un fichero de plantilla es un fichero ASCII que contiene la definición de las zonas y el identificador asociado a cada una. Las zonas pueden ser rectangulares o circulares. La rutina de estrategia devolverá el identificador de la zona que haya detectado como válida (valor entre 1 y 255) o 0 si no se detectó ninguna zona válida en el tiempo asignado para el muestreo.

El generador de plantillas es un programa que nos va a simplificar la tarea de crear el fichero de plantillas, permitiendo dibujarlo en la tableta, cambiar interactivamente el identificador que corresponde a cada zona, borrar zonas, etc.

Para crear el fichero de plantilla con esta aplicación debemos tener previamente un diseño de la misma en papel, que será la plantilla que usemos en la tableta. Esta aplicación nos permite “digitalizar” la plantilla impresa y obtener una descripción en memoria de la misma, que después podemos grabar a disco con el formato que espera el API de manejo de la tableta.

Para crear una zona, elegiremos qué tipo de zona queremos crear en el menú *Zona*. En ese momento, la tableta entra en modo seguimiento y un cursor en forma de cruz nos indicará en pantalla la posición que estamos apuntando en la tableta. Con la plantilla impresa colocada en la tableta procederemos a marcar los puntos importantes de dicha zona, para lo cual nos situaremos con el cursor en uno de los puntos y pulsaremos el botón primario (el más grande). Repetiremos la acción para el otro punto. Seguidamente se presentará el cuadro de diálogo de asignación de identificador, con lo cual y una vez introducido un valor, se dará por terminada la creación de la zona.

Para borrar una zona la seleccionaremos primero y elegiremos la opción *Borrar* del menú *Zonas*. Tras pedirnos confirmación se eliminará la zona de la plantilla.

### 3.2 Juegos de entrenamiento

Entre los muchos juegos que se pueden implementar, hemos escogido uno que depende exclusivamente de la memoria, no de la habilidad. La idea es hacer que el usuario no se ponga nervioso esforzándose por llegar a la zona requerida en el menor tiempo posible. En muchos discapacitados motores, el simple hecho de tener que esforzarse para llegar a una zona determinada les provoca un estado de nerviosismo que les bloquea el brazo haciendo más difícil el manejarse con soltura en la superficie de la tableta.

La idea viene del popular juego de mesa electrónico *Simón*<sup>TM</sup>. Al arrancar el juego, se presenta una ventana dividida en cuatro cuadros. Cada cuadro presenta un dibujo distinto que puede estar apagado (en tonos grises) o encendido (en color). Cada cuadro tiene además asociado un sonido.

El juego se juega en turnos, cada turno consta de dos partes: en la primera parte, el ordenador genera una secuencia de encendido aleatoria de los cuadros. Esta secuencia va aumentando con cada turno, de tal manera que en el primer turno se enciende sólo un cuadro, en el segundo se enciende ese cuadro y otro más después, en el tercero, se repite la secuencia de los dos primeros cuadros más un tercero, y así sucesivamente, añadiendo un cuadro a la secuencia anterior.

En la segunda parte el jugador debe repetir la misma secuencia que generó el ordenador, en el mismo orden. Si lo hace correctamente, se gana ese turno y se prosigue con el siguiente. Obviamente en cada turno la dificultad aumenta progresivamente a medida que el jugador debe recordar una secuencia más larga.

Si durante la segunda parte del turno el jugador se equivoca el juego termina y se muestra en pantalla el número de turnos ganados. En este momento se puede empezar una nueva partida si así se desea, con una nueva secuencia aleatoria de cuadros.

La posibilidad de poder cambiar la plantilla permite al educador/investigador probar los progresos del discapacitado colocándole una plantilla con zonas de diferentes tamaños, y en diferentes posiciones. Se puede empezar con una plantilla que divida la superficie de la tableta en cuatro zonas ocupando cada una cuarta parte de dicha superficie, reduciendo paulatinamente el área de cada zona a medida que el alumno progresa en la destreza del manejo de la tableta.

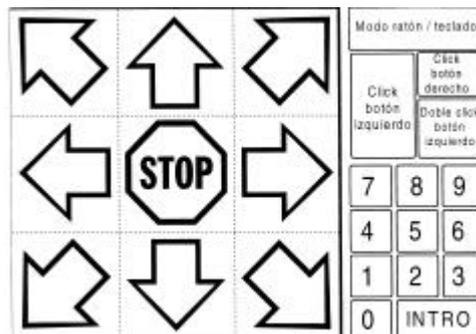
### 3.3 Emulación de teclado y ratón

El comportamiento de la interfaz puede suplir en muchos casos al teclado. Desde el punto de vista del desarrollador de aplicaciones, ésta emite mensajes que se procesan igual que los mensajes que produce el *driver* de teclado incluido en Windows.

Por otra parte es deseable poder aprovechar programas ya diseñados de los que no se tiene el código fuente por ser comerciales o bien no podemos modificarlos por no tener los medios para hacerlo.

Sea como fuere, al usuario final discapacitado, lo que le interesa es poder manejar el ordenador y usar todas sus herramientas sin tener que limitarse a las escritas especialmente para él. Esta necesidad nos ha conducido a desarrollar una herramienta denominada *emulador de teclado y ratón*.

Usando la plantilla que corresponde a la Fig. 2 tendremos acceso a dos modos de funcionamiento del emulador: el modo ratón y el modo teclado. El teclado implementado es una versión reducida de un teclado numérico. Cambiando la rutina de estrategia dicho teclado numérico puede convertirse en un teclado reducido T9 [4].



**Fig. 2:** Plantilla con dos modos de funcionamiento: ratón y teclado.

Por otra parte, el ratón funciona como un joystick. Las ocho grandes zonas corresponden a las ocho direcciones posibles. Posicionando el cursor de la tableta en el cuadrado grande etiquetado “Stop”, el puntero del ratón permanece inmóvil. Si se desplaza el cursor hacia una de las flechas, el cursor del ratón empieza a moverse en esa dirección, primero levemente, después más rápido, aumentando su velocidad mientras más tiempo esté el usuario con el cursor dentro del recuadro que corresponde a una dirección. En el momento en que el usuario cambia de dirección eligiendo otro recuadro, el puntero del ratón empieza a moverse en la nueva dirección volviendo a empezar el ciclo de aumentos progresivos de velocidad.

#### **4. Un caso de estudio: análisis de temblores de usuario usando el modo seguimiento de la interfaz**

Hoy que recordar que existe un gran campo de investigación en el tratamiento tanto *off* como *on-line* de los movimientos de personas discapacitadas: filtros paso de baja (LPF) [2][5], métodos de eliminación de la banda donde está la frecuencia del temblor [7]; combinación lineal de Fourier (FLC) [8]; y filtros ecualizados siguiendo un criterio de rendimiento que contiene tanto información de la minimización de temblores en la salida como del confort del usuario [3], etc.

En esta sección presentamos los primeros resultados de pruebas realizadas con la tableta digitalizadora con objeto de analizar, y en lo posible modelar, el movimiento de diversos usuarios. Una vez realizada tal fase, el objetivo final sería desarrollar

filtros y rutinas de estrategia personalizados, que permitieran que la misma tableta se pudiera sintonizarse para cada individuo [18].

En función de la tarea que debe realizar el usuario, se pueden distinguir los siguientes tests:

- Estacionarios, si se trata de caracterizar el temblor cuando el brazo del usuario no realiza ningún seguimiento;
- Tests punto a punto, donde se le solicita que mueva el cursor de un punto a otro, sin necesidad de seguir una trayectoria concreta;
- Tests de dibujo, es decir, se solicita que el usuario intente seguir una figura dibujada sobre la tableta.

Los tests estacionarios pueden servir como primera aproximación de la perturbación que presenta el individuo (por ejemplo precisar la frecuencia principal del temblor en el estado de reposo) pero no permiten analizar movimientos más complejos. La caracterización de los tests punto a punto tiene una gran importancia, pues éstos son el movimiento usual cuando se eligen puntos sobre un teclado o menú. Por otra parte, el punto de destino de las mismas se aproxima a los tests estacionarios. Por último, los tests de dibujo son los más complejos, ya que incluyen necesariamente la realimentación visual más forzada del usuario.

Tras analizar a las primeras personas, la conclusión más importante fue que la mayoría de los temblores tienen características similares, aunque procedan de patologías distintas. En general, el movimiento natural de los temblores puede ser detectado con la tableta, excepto para algunos usuarios cuyas capacidades no son las necesarias como para mantener el cursor lo suficientemente cerca de la tableta. Finalmente, también se intuye necesario que el proceso de sintonizado de los filtros y rutinas de estrategia de la interfaz tenga una componente individualizada.

A continuación se detallará el caso de Rosana, especificando además otras conclusiones más precisas obtenidas tras el análisis. Se mostrarán algunos tests de dibujo, ya que de ellos se han obtenido las conclusiones más importantes. Rosana es una mujer de 28 años que presenta una parálisis cerebral atetósica. Su sintomatología incluye temblores en ambos brazos bastante bien definidos sobre un eje.

Los tests consistieron en seguir distintas líneas: horizontales situadas a distinta altura, y verticales situadas en distintas posiciones usando para ello una aplicación muy simple basada en el modo seguimiento de la interfaz.

En casi todos ellos, se observa a simple vista que el movimiento de su brazo está perturbado por una oscilación involuntaria de baja frecuencia más o menos constante (tal oscilación toma distintas direcciones según la persona). Por otra parte, es evidente que, cuando un sujeto realiza un test de dibujo, tiene que realizar un esfuerzo considerable para contrarrestar o cancelar el movimiento involuntario. Este esfuerzo, junto a la tensión en que algunos individuos se encuentran (no pueden dejar de considerar el test como un reto a sus habilidades), les conduce a un estado de nerviosismo y fatiga, que además agrava otro tipo de patologías asociadas a su disfunción como por ejemplo dificultad en la respiración (si tienen asma). Consecuencia de todo esto, se suele observar dos pautas. La primera es avanzar sobre la línea dibujada en la plantilla algunos centímetros en un movimiento desigual, hasta que el cansancio o nerviosismo acumulado obligan a relajar el brazo, presentándose entonces la oscilación natural, (incluso a veces, un retroceso en el avance del cursor sobre la línea). La segunda es bien distinta: avanzar un cierto trecho sobre la línea

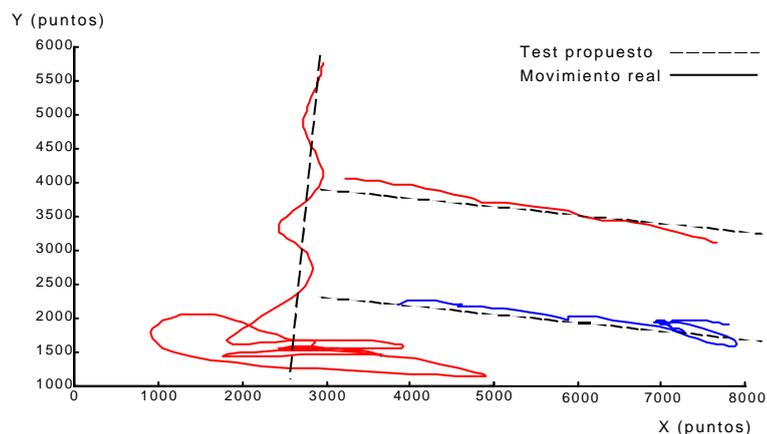
empujando el cursor, y tras tal trecho detener con bastante firmeza en un punto retomando fuerzas para avanzar otro trecho.

Analizando los resultados de estos tests se observa muy claramente la dependencia del temblor con la posición (coordenadas X, Y de la tableta). Un ejemplo muy claro lo tenemos en Rosana para cualquier seguimiento de una línea vertical. En la **Fig.** se observa el resultado del seguimiento de una línea vertical y de dos horizontales. Nótese como en la zona superior de la tableta Rosana consigue dominar con más precisión el cursor, mientras que en la parte inferior, debido a la flexión del brazo los movimientos son más descontrolados.

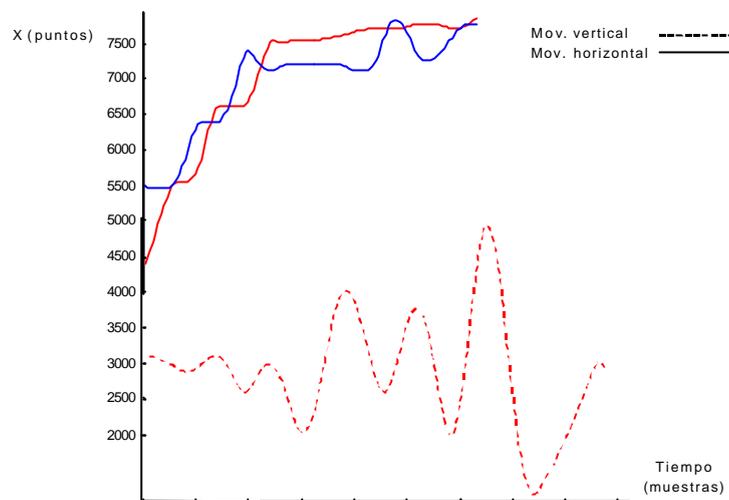
A pesar de la dependencia del temblor con la altura, en un simple análisis visual de las coordenadas X, se comprueba que el periodo fundamental del temblor es siempre similar, mientras que la amplitud de la vibración es la que varía, siendo claramente mayor en la parte inferior de la tableta, donde el control de Rosana es peor.

Por otra parte, hay que notar que estos seguimientos fueron realizados por Rosana a tramos, lo cual induce a pensar que ella intentaba en cada tramo mover el cursor y controlar la vibración asociada a su brazo hasta reducirla al mínimo. Esto se hace patente si se representan las coordenadas X frente al tiempo (Fig. 4). De esa forma, podemos intuir que para cada tramo, Rosana empezaba a mover el brazo cuando el sentido de la vibración coincidía con el avance deseado (es decir ella enganchaba la fase de la vibración para aprovechar su amplitud), y si la duración del tramo superaba el semiperiodo del temblor, entonces el sentido de éste cambiaba (se hacía contrario al avance deseado) y por tanto le era necesario un esfuerzo superior para controlar el temblor, produciéndose las sobreoscilaciones que se observan en los tramos de más duración (más acusables en el seguimiento de la línea horizontal inferior, ya que el control de ella es peor allí).

Sin embargo, en el seguimiento de líneas verticales (Fig.3), Rosana no podía acogerse al truco de avanzar a tramos, pues las direcciones de la recta deseada y de la vibración son casi perpendiculares. Además el esfuerzo por controlar el movimiento vertical, tal vez le llevaban a desatender el control del movimiento horizontal, produciéndose los temblores tan visibles en la parte inferior del seguimiento de la línea vertical.



**Fig. 3:** Seguimiento de líneas verticales y horizontales por parte de un individuo discapacitado.



**Fig. 4:** Coordenadas X frente al tiempo para el seguimiento de líneas de la Fig. 3.

En conclusión se mezclan dos acciones: si el dibujo a seguir es paralelo al temblor se superpone al temblor incontrolable, el movimiento deseado del brazo; mientras que si el dibujo es perpendicular, la acción voluntaria se puede modelar como una modulación del temblor. Además, la modulación del temblor realizada por el cerebro en el complejo proceso de la realimentación podría servir como base para perfeccionar la rutina de estrategia y adivinar la intención del usuario con mayor precisión y rapidez.

## 5. Conclusiones

Se ha desarrollado un conjunto de aplicaciones para una tableta digitalizadora estándar que permite que tal interfaz sea adaptable a distintos tipos de usuarios. Para ello se han definido dos modos de trabajo, uno donde el cursor de la tableta accede a una zona concreta, y otro, donde sigue una trayectoria. Para el primer modo se ha creado una API (rutina de estrategia) que intenta adivinar la zona de la tableta solicitada por el usuario. Para trabajar con tal modo se ha creado también un generador de plantillas para la tableta, y como muestra de su utilidad se presenta la emulación de un ratón y de un teclado sobre la interfaz adaptable. Por último, la utilidad del modo de trayectorias se muestra con una serie de tests realizados por individuos que presentan temblores involuntarios. A partir de los tests se pueden obtener conclusiones de cómo desarrollar filtros para adivinar o predecir la trayectoria que quieren realizar y que es perturbada por los temblores.

**Agradecimientos.** Este trabajo no habría podido realizarse sin la ayuda de la Confederación Española de Federaciones y Asociaciones de Atención a las Personas con Parálisis Cerebral y Afines (ASPACE <http://www.aspace.org>) y la financiación del Instituto Andaluz de Servicios Sociales (IASS <http://www.cas.junta-andalucia.es>).

## 6. Referencias

1. Civit-Balcells, et al. (1999). "A System For The Analysis And Scanning Of Tremor On Handicapped People". AAATE 1999. Dusseldorf (Germany). También en "Assistive Technology on the Threshold of The New Millenium", Assistive Technology Research Series. Eds. C. Bühler and H. Knops. pp.539-544. IOS Press, Netherlands. ISBN 1-58603-001-9. 1999.
2. Cook, A. M., Hussey, S. M. (1995). "Assistive Technologies: Principles and Practice", Edit. Mosby.
3. Gonzalez, Juan G. (1995). "A New Approach To Suppressing Abnormal Tremor Through Signal Equalization". PhD Thesis, University of Delaware, USA.
4. Grover et al. Reduced Keyboard Disambiguation Computer. US Patent:5.818.437. 1998.
5. Lazzaro, J. J. (1995). "Adapting PCs for Disabilities", Edit. Addison-Wesley.
6. Ogata, K. (1998). Modern Control Engineering. Third Edition. Prentice-Hall, Inc.
7. Riviere, C. N., N. V. Thakor. (1995) "Assistive Computer Interface For Pen Input By Persons With Tremor". In Proc. RESNA International, Vancouver, BC, Canada.
8. Riviere, C. N., N. V. Thakor. (May/June 1996) "Modeling and Canceling Tremor in Human-Machine Interfaces", IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine.
9. J. Kotovsky and M. J. Rosen, A Wearable Tremor-suppression Orthosis, Journal of Rehabilitation Research and Development 35 4 (1998), 373-387.
10. M.J. Rosen, A. S. Arnold, I.J. Baiges, M. L. Aisen, S. R. Eglowstein, Design of a controlled dissipation orthosis (CEDO) for functional suppression of intention tremors, Journal of Rehabilitation Research and Development 32 (1995).
11. J. Michaelis, Introducing the neater-eater, Action Research: The Magazine of the National Fund for Research into Crippling Diseases 6-1 (1988).
12. D.S. Hsu, Assistive Control in Using Computer Devices for Those with Pathological Tremor, Rehab R&D Progress Report (1996).
13. M. Whittaker, Handy1 Robotic Aid to Eating: A Study in Social Impact, Proc. RESNA Int. Conf. (1992).
14. Dix, J. Finlay, G. Abowd, R. Beale, Human-Computer Interaction, Edit. Prentice Hall (1998).
15. Faulkner, The Essence of Human-Computer Interaction, Edit. Prentice Hall (1995).
16. P. O. Riley and M. J. Rosen, Evaluating manual control devices for those with tremor disability, Journal of Rehabilitation Research and Development 24-2 (1987).
17. J. G. Gonzalez, E.A. Heredia, T. Rahman, K.E. Barner, K. Basu, G.R. Arce, A new approach to suppressing abnormal tremor through signal equalization, Proc. RESNA Int. Conf., Canada (1995).
18. R.J. Elble, R. Sinha, C. Higgins, Quantification of tremor with a digitising tablet, Journal of Neuroscience Methods 32 (1990) 193-198.

# Interfaz de usuario para un sistema móvil de ayuda a la navegación de sillas de ruedas autónomas en entornos estructurados

D. Cagigas, J. Abascal, N. Garay, L. Gardezabal

Laboratorio de Interacción Persona-Computador para Necesidades Especiales  
Facultad de Informática. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea  
Manuel Lardizabal 1. 20018. Donostia-San Sebastián  
Teléfono: +34 943 018067, Fax: +34 943 219306  
[acbcamud,julio,nestor,luisg]@si.ehu.es

**Resumen.** Este trabajo trata los problemas asociados al diseño de la interfaz de usuario del sistema de navegación asistida de una silla de ruedas de tracción eléctrica dentro del entorno TetraNauta\*. El diseño se ajusta a las restricciones impuestas por las características del sistema (móvil, empotrado, de tamaño reducido y de bajo coste económico), de los usuarios (personas con severas restricciones motoras y, a veces, sensoriales) y de la tarea (manejo un mapa de un entorno estructurado extenso para la planificación de rutas). Por otro lado, se plantea la necesidad de que la interfaz sea adaptable al usuario de manera que, además de adecuarse a sus necesidades y preferencias, le permita el aprendizaje progresivo. El objetivo final es que el usuario vaya asumiendo más funciones y actividades para lograr así una rehabilitación más completa.

## 1. Introducción

El desarrollo de sistemas de ayuda a la navegación de sillas de ruedas de tracción eléctrica ha sido una constante a lo largo de la historia de este tipo de vehículos [1]. La mayor parte de esos sistemas prestan más atención a las funcionalidades aportadas a la navegación que a la interfaz de usuario. De este modo, las interfaces utilizadas en las sillas de ruedas autónomas frecuentemente son o bien dispositivos sofisticados y caros, tales como ordenadores portátiles, claramente infrutilizados o bien dispositivos poco usables, muy enfocados y especializados a la tarea de navegación en concreto que se quiere implementar. Por ello se plantea la necesidad de diseñar interfaces enfocadas a la navegación autónoma de una silla de ruedas de tracción que sean más adecuadas y usables y que permitan una mejor integración con los dispositivos de entrada/salida estándar que estas sillas llevan incorporados. Dichas

---

\* El proyecto TetraNauta ha sido parcialmente subvencionado por la CICYT (TER96-2056-C02-02) y el Instituto de Migraciones y Servicios Sociales, dentro del Proyecto Integrado de Tecnología de la Rehabilitación (PITER).

interfaces han de permitir además cumplir una tarea rehabilitadora que en los sistemas que aparecen en la bibliografía hasta el momento no ha sido tomada en cuenta.

La interfaz que se va a describir en los próximos apartados está basada en el proyecto TetraNauta [2] (un sistema de navegación asistida para sillas de ruedas) aunque es fácilmente extensible a otros sistemas de navegación en entornos estructurados no necesariamente vinculados a la tecnología de la rehabilitación tales como grandes superficies comerciales, aeropuertos, etc.

## 2. Descripción general del sistema

El objetivo principal del sistema TetraNauta es la creación de un sistema de ayuda a la navegación que permita a un usuario de una silla de ruedas ir de un punto a otro dentro de un entorno estructurado cerrado (hospital, centro de día, hogar...) con el mínimo esfuerzo físico y cognitivo. En los próximos apartados se describe de forma resumida el sistema de navegación en su conjunto.

### 2.1. Arquitectura del sistema

En la arquitectura del sistema TetraNauta las partes más importantes son el módulo de control y el de planificación de trayectorias. Ambos se descomponen a su vez en varios sub-módulos interconectados entre sí y que están encargados de realizar diversas funciones. El módulo de control se encarga de seguir balizas, procesar las señales externas recibidas por los sensores (principalmente balizas externas) e interactuar con los motores. Por su parte, el módulo de planificación de trayectorias se encarga de generar trayectorias entre un origen y un destino, buscar trayectorias alternativas y garantizar la seguridad del usuario (evitación de obstáculos y coordinación del tráfico entre diferentes sillas). El sistema TetraNauta se integra como un módulo más dentro del bus DX (una versión especial para sillas de ruedas del bus CAN) y que es en la actualidad un estándar *de facto* en el ámbito de las sillas de ruedas de tracción eléctrica (lo que elimina la necesidad de intervenir en los dispositivos motores y de control originales de la silla).

### 2.2. Entorno de navegación y su abstracción/modelado

Las sillas de ruedas TetraNauta se mueven en un entorno cerrado estructurado (concretamente las pruebas se han hecho en un hospital de cuatro plantas). El sistema usa mapas para planificar y supervisar a trayectoria. Los robots móviles utilizan dos tipos de mapas: métricos y topológicos. Los primeros dividen el espacio en celdas (generalmente cuadrangulares) etiquetándolas en función de si representan espacio libre de obstáculos o no. Los segundos están basados en grafos y representan los espacios libres mediante nodos y arcos a lo largo de los cuales no existe ningún obstáculo. Debido a que el módulo de control de TetraNauta se basa en el seguimiento de balizas o marcas, el sistema de navegación tiene que hacer uso de mapas topológicos (grafos). Para darle mayor generalidad, se utiliza un mapa multinivel. De

este modo, el sistema de navegación puede generar trayectorias entre puntos (nodos en el grafo) en distintas plantas del edificio. La gran cantidad de información que ha de manejar el planificador de trayectorias con el fin de obtener la trayectoria óptima entre dos nodos hace que el mapa global haya de ser descompuesto en varios submapas formando entre sí una jerarquía de mapas en forma de árbol n-ario. La búsqueda de trayectorias óptimas en estas estructuras se realiza mediante algoritmos basados en el A\* y tablas de rutas precalculadas que aceleran los cálculos.

### 3. La interfaz de usuario

En los 10 últimos años se ha producido una gran expansión de dispositivos electrónicos portátiles que han puesto en evidencia los problemas de usabilidad que en otros sistemas habían pasado inadvertidos. Debido a ello, el interés por las interfaces más apropiadas a estos nuevos dispositivos ha ido en aumento. Pier et al. [3], por ejemplo, analizan los problemas que tienen los *displays* pequeños y proponen métodos para abordar estas dificultades. Toub [4] estudia los requisitos de usabilidad de los denominados *wearable computers* (dispositivos informáticos que interactúan con el usuario de manera más próxima a través de la ropa o el calzado por ejemplo). Landay et al. [5] destacan acertadamente que, aunque muchas de las aplicaciones que se utilizan en entornos no móviles sean útiles y deseables en entornos móviles, no ocurre lo mismo con la interfaz o el sistema de interacción. Otro aspecto interesante es el que hace referencia a la necesidad de considerar todos los aspectos presentes en la interacción con el dispositivo en el entorno de trabajo; según Rodden et al. [6], es necesario tener muy en cuenta el contexto en el que se va a utilizar el dispositivo móvil. Este último aspecto ha sido clave en la interfaz que se propone en este artículo.

En los siguientes apartados se plantea una solución para una interfaz de usuario de una silla de ruedas teniendo en cuenta estudios anteriormente realizados en el campo de los dispositivos móviles.

#### 3.1 Necesidades y problemas de diseño de la interfaz de usuario

El usuario de TetraNauta tiene importantes limitaciones motoras, lo que le impide usar teclados normales, pantallas táctiles y dispositivos apuntadores que requieran gran precisión motora. Usualmente utilizan *joystick* o dispositivos de entrada equivalentes (*mouthsticks*, *headsticks*, etc.)

El principal problema de diseño es, sin duda, la necesidad de visualizar gran cantidad de información gráfica (en nuestro caso, un mapa con infinidad de puntos que pueden ser orígenes y destinos). Si se muestra simultáneamente, esta gran cantidad de información puede llegar a abrumar y confundir al usuario. Por ello, se ha de diseñar una interfaz junto con una estrategia de presentación de la información que permitan al usuario hacer las selecciones de orígenes y destinos de la manera más rápida y sencilla posible.

Además, la interfaz debe ser adaptativa y "rehabilitadora". El sistema de navegación es capaz de llevar de un punto a otro al usuario sin intervención alguna

por parte de éste. Sin embargo, desde el punto de vista de la rehabilitación resulta interesante que el usuario participe lo más activamente posible. Por tanto, el sistema debe adaptarse a la capacidad del usuario y permitirle intervenir en el guiado tanto como pueda.

La interfaz hace un seguimiento personalizado del usuario, que incluye sus preferencias, gustos y su nivel de aprendizaje/progreso. Esto, unido a la posibilidad de configuración de la interfaz (colores, formato,...) permite adecuar el sistema [7] a los requisitos impuestos por los usuarios o sus asistentes (terapeutas, familia, etc.).

Además, la interfaz ha de ser de bajo coste económico y fácilmente integrable en una silla de ruedas estándar. Así, el objetivo es garantizar la seguridad, eficiencia y viabilidad económica sin disminuir la usabilidad [8] y el buen diseño de la interfaz de usuario.

### 3.2 La interfaz propuesta

El diseño de la interfaz se puede dividir en dos partes bien diferenciadas. Por un lado está la interfaz física y por otro la interfaz cognitiva. La interfaz física es bastante sencilla (display integrado con otros dispositivos estándares de la silla) y simplemente proporciona las funcionalidades necesarias para conseguir una comunicación eficaz. Por otro lado, está la interfaz cognitiva que ha de realizar diversas funciones que comprenden el manejo de información compleja y abundante, la adaptación a las necesidades del usuario y proporciona además capacidades rehabilitadoras al dejar que sea el usuario el que participe activamente en seguir de una ruta.

La solución que se propone integra un *display* como sistema de salida, directamente conectado mediante una conexión estándar RS232 al computador que controla el sistema de navegación. El sistema de entrada es el estándar de la silla de ruedas (*joystick* o dispositivo equivalente) que es el que utiliza el usuario para el guiado. La interfaz permite seleccionar cualquier punto de origen o destino en el mapa que maneja el sistema de navegación, mediante menús y submenús. Además permite pasar a modo manual (uso normal de una silla de ruedas eléctrica), buscar la baliza más próxima, seleccionar un nodo destino u origen de una lista de destinos favoritos (lugares más frecuentemente visitados) y configurar la propia interfaz.

La opción de configuración está pensada para cambiar parámetros tales como la velocidad de barrido de la interfaz o añadir o borrar destinos favoritos. También se contempla la posibilidad de dejar que el usuario utilice un sistema de barrido o haga la selección de los menús a través del *joystick*. Al *joystick* hay sumar como dispositivos de entrada los *switches* (botones/interruptores) que suelen acompañar a los dispositivos de control de la silla de ruedas (en el caso de no llegar a disponer de ninguno de estos *switches*, un pulsador conectado a otra salida RS232 del computador puede valer). En el caso de sillas que hacen uso del bus DX, el filtrado de las señales tanto del *joystick* como de los *switches* se puede hacer fácilmente sin tener que alterar la arquitectura estándar de la silla.

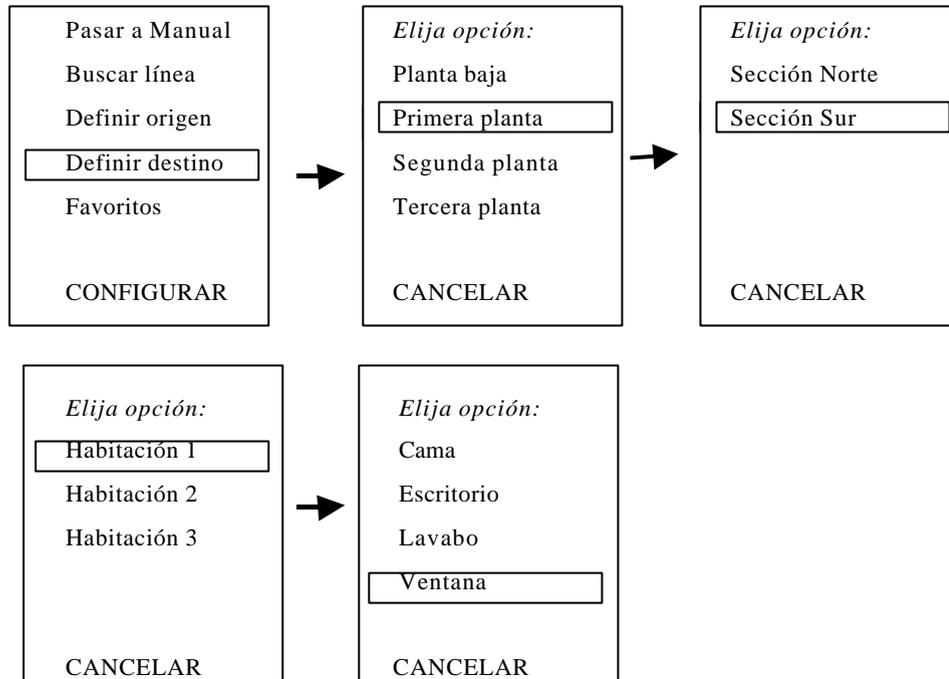
Respecto de la interfaz cognitiva, habría que destacar que los puntos de destino pueden ser, como se ha dicho, seleccionados de una manera intuitiva a través de menús jerárquicos. Un menú muestra las distintas zonas o regiones que se pueden visitar en un determinado escenario. La selección de una opción en un menú conduce

a la aparición de menús encadenados hasta seleccionar el punto destino deseado en el nivel más bajo de la jerarquía (la interfaz de muchos teléfonos móviles constituye un buen ejemplo de este tipo de menús). En la figura 1 se puede ver un ejemplo de selección de un punto de destino a través de los menús de un *display*. El sistema de navegación no necesita obtener el punto de origen desde el cual se empieza la trayectoria ya que lo detecta mediante la utilización de las balizas colocadas a lo largo del entorno de trabajo. En concreto, el prototipo actual de TetraNauta, en el cual se basa este estudio, utiliza balizado pasivo (concretamente, mediante *Transponders*) situado en el suelo.

Una posibilidad es que el módulo de seguimiento de trayectorias defina la trayectoria a seguir desde el origen al destino seleccionado e indique al usuario los giros y pasos a realizar en cada cruce por el que circula la silla. Así, es el propio usuario el que decide el próximo movimiento a efectuar por la silla. Si decide conducir la silla por otro camino, el módulo de planificación de rutas propone una nueva trayectoria y le va sugiriendo nuevas acciones basadas en ella, como se verá más en detalle en un apartado posterior.

En cuanto a la función de interacción con el sistema de navegación, de cara a conseguir una rehabilitación más completa del usuario, la solución propuesta es similar a la de la selección de puntos de origen y destino. Una vez definidos el punto de origen y el de destino, se calcula la trayectoria entre ambos. En el *display* se muestran todos los posibles movimientos de la silla, resaltándose el mejor movimiento para la silla antes de llegar al siguiente giro. Como ya se ha indicado anteriormente, es el usuario entonces el que ha de seleccionar el movimiento propuesto u otro. Nuevamente se podrá elegir entre utilizar un sistema de barrido o el *joystick*. En el supuesto caso de que el usuario seleccione otro movimiento alternativo al propuesto, rápidamente se le propone otra trayectoria alternativa con nuevos movimientos. En la figura 2 se muestra un ejemplo de esta funcionalidad. Todos estos incidentes son recogidos por el sistema de cara a realizar un modelado personalizado del usuario en el que se vayan recogiendo datos sobre, por ejemplo, su nivel de aprendizaje.

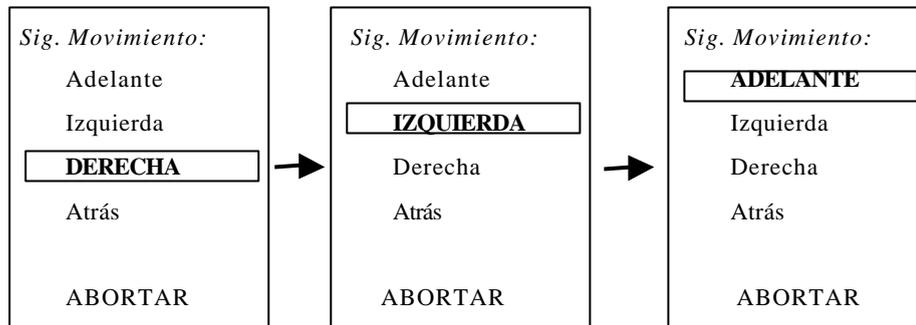
Hay que destacar también que el sistema de navegación a través de menús presenta los mismos problemas que se han detectado en dispositivos de telecomunicación portátiles basados en tecnología WAP. Principalmente, el tiempo de acceso a la información es excesivo. Además, este tiempo no mejora sustancialmente con el uso y el aprendizaje. Como consecuencia, el usuario puede tender a reducir su utilización. Una alternativa al uso de menús encadenados podría ser un teclado virtual en el *display* mediante el cual el usuario escribiría los puntos de origen y/o destino.



**Fig. 1.** Ejemplo de selección de un nodo destino en un *display* de 8 filas y 16 columnas mediante barrido o utilización del *joystick* de la silla de ruedas. Los textos en cursiva se supone que no son seleccionables.

#### 4. Conclusiones

A lo largo de este trabajo se ha descrito y analizado una interfaz de usuario para sillas de ruedas autónomas. Se ha visto cómo es posible integrar una interfaz de usuario que maneje un gran conjunto de información en una silla de ruedas estándar sin por ello tener que realizar complicados o costosos cambios en la arquitectura original. Además, se ha visto cómo se puede crear una interfaz que no sólo cumpla con sus funciones de asistencia a la navegación, sino que sea también razonablemente usable. A este último aspecto hay que añadir que se puede conseguir que un sistema de ayuda a personas con severas discapacidades motrices sea también rehabilitador. Funciones de seguimiento de los progresos de los usuarios y sistemas tutores y de ayuda al aprendizaje son fácilmente adaptables al sistema de navegación de una silla de ruedas eléctrica sin muchas dificultades en su ejecución.



**Fig. 2.** Ejemplo de interacción del usuario con el sistema de navegación de la silla. En los dos primeros pasos del ejemplo el usuario selecciona mediante barrido o el *joystick* el siguiente movimiento aconsejado por el sistema de navegación. En el último paso debido a un error o de forma intencionada el usuario escoge otro movimiento al aconsejado.

## Referencias

- [1]G. Bourhis, P. Pino. Mobile Robotics and Mobility Assistance for People with Motor Impairments: Rational Justification for the Vahm Project. IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering. Vol. 4. N. 1. 1996.
- [2]J. Abascal, D. Cagigas, N. Garay, L. Gardeazabal. Interfacing Users with Severe Mobility Restrictions with a Semi-Automatically Guided Wheelchair. ACM Press. SIGCAPH. N.63. 1999.
- [3]Ken Pier, James A. Landay. Issues for Proximate User Interfaces. Unpublished. 1993.
- [4]Ronald Toub. The importance of Usability Studies and Experimental Design Evaluations for Wearable Computers. Workshop on Wearable Computer Systems, Seattle, August 19-21, 1996.
- [5]James A. Landay, Todd R. Kaufmann. User Interface Issues in Mobile Computing. Proceedings of the Fourth Workshop on Workstation Operating Systems, Napa, CA, October 1993.
- [6]Tom Rodden, Keith Chervest, Nigel Davies. Exploiting Context in HCI Design for Mobile Systems. First Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices. Department of Computer Science, University of Glasgow, Scotland, 21-23rd May 1998.
- [7]Johnson, Chris. A Case Study in Function Allocation for Computer Aided Learning in a Complex Organisation. People and Computers XIV: Proceedings of HCI 2000.
- [8]Jones, Sara and Johnson, Chris. Papers From A Workshop On User Centred Requirements Engineering: Integrating Methods From Software Engineering And Human Computer Interaction. GITS technical report, September 1996.



# Mediación emocional aplicada en sistemas de comunicación aumentativa y alternativa

N. Garay, J. Abascal, L. Gardeazabal, D. Cagigas

Laboratorio de Interacción Persona-Computador para Necesidades Especiales  
Informatika Fakultatea. Euskal Herriko Unibertsitatea  
Manuel Lardizabal 1; E-20009 Donostia  
Teléfono: +34 943018000; Fax: +34 943219306  
[nestor@si.ehu.es](mailto:nestor@si.ehu.es)

**Resumen.** En los últimos años se ha dedicado un gran esfuerzo a mejorar la velocidad de comunicación que se logra cuando se utilizan dispositivos de ayuda a la comunicación. Gracias a ello las personas que, debido a diversas discapacidades, tienen dificultades de comunicación oral, pueden comunicarse mediante dichos dispositivos de una manera relativamente eficiente. Lamentablemente, estos sistemas no transmiten información de contexto que permite reflejar los sentimientos, estados de ánimo, actitudes, etc. El desarrollo de la llamada "computación emocional" abre una vía a la inclusión de estos aspectos en las ayudas a la comunicación. El presente artículo hace un estudio de la aplicabilidad de la computación emocional a la comunicación y describe un prototipo que está siendo usado para evaluar la calidad de la comunicación lograda.

**Palabras clave:** Mediación emocional, Interfaces para personas con discapacidad, Modelado de la conversación, Tratamiento de la voz, Comunicación Aumentativa y Alternativa

## 1 Introducción

La forma más usual de comunicación interpersonal es la oral. Mediante este sistema, una persona emite un mensaje hablado y su interlocutor lo recibe a través del oído (posiblemente ayudándose de otros sentidos). Por supuesto la comunicación incluye también una serie de procesos cognitivos para elaborar e interpretar los mensajes. En cualquier caso, la eficiencia así conseguida es alta, pues se logran transmitir del orden de las 120-180 palabras/minuto [1]. Sin embargo, determinadas discapacidades físicas, sensoriales y/o cognitivas pueden degradar la capacidad de utilizar la comunicación oral. Los sistemas de Comunicación Alternativa y Aumentativa (CAA) permiten la utilización de otros tipos de comunicación a las personas que por diferentes causas (discapacidad, accidente, enfermedad...) carecen total o parcialmente de comunicación oral.

Nos centraremos especialmente en los casos en los que, haciendo uso del ordenador como ayuda técnica, la Comunicación Aumentativa y Alternativa trata de

mejorar la comunicación y rehabilitar (en lo posible) las capacidades dañadas. Dado que en este proceso se sustituye el canal de comunicación estándar (la voz) por otro (el ordenador), la velocidad de composición de mensajes disminuye forzosamente<sup>1</sup>. El problema de mejorar la velocidad de comunicación ha sido ampliamente tratado mediante la optimización de la disposición del conjunto de selección, el uso de teclados reducidos con codificación ambigua, la adaptación automática de la velocidad de barrido, los sistemas de anticipación, el modelado de la conversación, etc. (ver [3, 4]). Estos sistemas mejoran la producción de los mensajes y permiten una velocidad de comunicación aceptable. Sin embargo, también limitan la capacidad expresiva del usuario. La comunicación oral va acompañada de información de contexto que permite interpretar aspectos relevantes, tales como la actitud, intención y ánimo del hablante. Esta información se transmite principalmente a través de los gestos y del tono e inflexión de la voz y pueden dar a la frase un contenido diferente<sup>2</sup>.

En este artículo presentaremos: la comunicación emocional, el modo de utilizarla para mejorar las comunicaciones interpersonales y las características del prototipo que está siendo perfeccionado en el Laboratorio de Interacción Persona-Computador para Necesidades Especiales de la Facultad de Informática de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Por último, expondremos las líneas futuras que deben investigarse con el fin de mejorar no sólo la velocidad, sino también la transmisión de las emociones.

## 2 Comunicación emocional

Las personas expresan sus sentimientos y estados de ánimo al tratar con otras personas y con otros seres vivos no humanos, como animales y plantas. Sin embargo, y de acuerdo con [8, 9], se ha apreciado que ese comportamiento también se sigue al comunicarse con los ordenadores: una mascota virtual puede lograr hacernos reír y, si el ordenador en algún momento no hace lo que esperamos, puede provocar nuestro enfado<sup>3</sup>. La computación emocional pretende mejorar la comunicación entre la persona y el ordenador haciendo que éste último detecte los estímulos anímicos de la persona y sugiera respuestas adecuadas a esos estímulos.

Por ello, la hipótesis de la computación emocional parte de que, si se tienen en cuenta las características afectivo-emocionales del usuario, la comunicación mejora

---

<sup>1</sup> Si la persona sufre de discapacidad motora y oral, puede apreciarse que la composición de mensajes por medio de la escritura padecerá un notable retardo, llegando a alcanzarse velocidades que algunos autores estiman en 2-10 palabras/minuto [1].

<sup>2</sup> Por ejemplo, la frase "¡Qué tonto eres!" emitida por una misma persona puede ser ofensiva o cariñosa, dependiendo del tono y de los gestos que la acompañen.

<sup>3</sup> Esto se puede ver en el caso de las mascotas virtuales, como los Tamagotchi. Si nos hace enfadar, se le puede castigar, con lo que la mascota se pone triste. Si no se le da de comer en un periodo de tiempo considerable puede requerir nuestra atención con el fin de que no le dejemos morir. En el caso en que se le alimente, ello hará que mejore su aspecto e incluso se muestre contento.

notablemente. Pero, ¿cómo puede detectar el ordenador el estado de ánimo del usuario? Para esta tarea se puede emplear desde el análisis de los gestos, la detección de diversos parámetros de la voz (volumen, tono...), la fuerza e insistencia en que se teclée o se utilice el ratón e, incluso, el pulso, la conductividad de la piel y otra serie de parámetros que varían según el estado de ánimo. En algunos casos, la detección requiere métodos intrusivos (hace falta aplicar algún tipo de sensor o vestir al usuario con alguna prenda especial), aunque la miniaturización que se está consiguiendo en los circuitos puede hacer que las prendas se reduzcan a pendientes, gafas, etc. [9].

Por su parte, el ordenador puede transmitir su "propio" estado de ánimo mediante la modulación de la voz sintética o mediante gestos realizados por personajes o caras que aparezcan en la pantalla. Así, no sólo se transmite información textual, sino también el ánimo con que ésta se da.

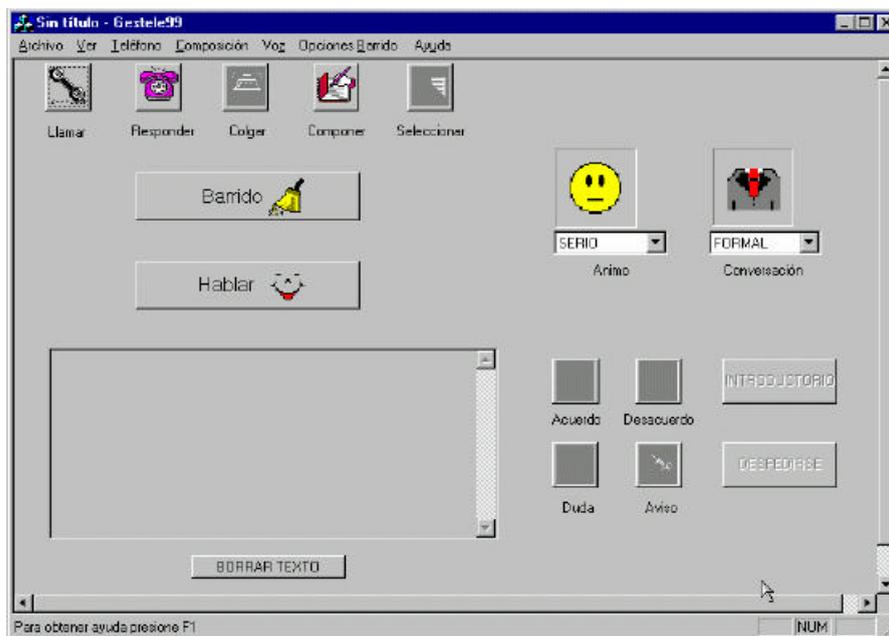
Dentro de la computación emocional, se denomina *mediación emocional* al caso concreto en el que se hace uso de un ordenador como intermediario entre la comunicación de varias personas, reflejando el ánimo que presentan los interlocutores. Como se ha visto, la mediación emocional tiene aplicación directa dentro de la Comunicación Aumentativa y Alternativa, aunque también puede aplicarse en otros tipos de comunicaciones mediadas, tales como las telecomunicaciones textuales (correo electrónico emocional, *chats* "emocionales", etc.). En el siguiente apartado presentamos un sistema para mejorar la comunicación por teléfono de personas con discapacidad motora y oral.

### 3 Emotividad en GESTELE

GESTELE es un sistema de comunicación que ayuda a las personas con discapacidad motora y oral a establecer comunicaciones telefónicas [2, 3, 6, 7]. En este sistema, las conversaciones se representan por medio de un autómata compuesto por estados y transiciones (de acuerdo con [1]), haciendo uso de la técnica conocida como modelado de la conversación. El sistema dispone de frases pre-almacenadas que serán utilizadas dependiendo del estado en el que esté la conversación. Por ejemplo, en el estado inicial se seleccionará entre los saludos, posteriormente se dispondrá de frases de compromiso o introducción al tema, tras las cuales se pasará al tema central y, finalmente, se concluirá con frases de despedida. Para un completo estudio del autómata empleado, puede acudirse a [2, 3]. Se estima que en una conversación telefónica no se hace un uso tan extensivo de los gestos, muecas o guiños como pueden utilizarse en una conversación "cara a cara". Por ello, la conversación es más estructurada y el autómata se sigue más fielmente de lo que se haría en comunicaciones directas.

Como puede apreciarse en la figura 1, el sistema refleja el estado de ánimo del usuario que lo utiliza para comunicarse por vía telefónica, así como el tipo de conversación que se está llevando a cabo. Para cada uno de los casos, contemplamos cuatro posibles valores. Los estados de ánimo tratados son Alegre, Triste, Enfadado y Serio, mientras que los tipos de conversación contemplados son Formal, Informal,

Jocoso y Agresivo<sup>4</sup>. Dependiendo de estos valores, el conjunto de posibles frases que se den a conocer, así como el modo en que se digan (si se hace uso de la conversión de texto a voz) serán diferentes. Para discernir las posibles frases que vayan a decirse, éstas figuran clasificadas dentro de una base de datos según el momento en que puedan darse a conocer (por ejemplo, saludos frente a despedidas), así como según el ánimo y el tipo de conversación en que sean más apropiadas (como puede ser alegre y jocoso frente a enfadado y agresivo).



**Figura 1. Interfaz de GESTELE.**

Las características asociadas a la voz emitida por el sistema en representación del usuario con discapacidad sufrirán cambios principalmente en el tono, volumen y velocidad, para reflejar su estado de ánimo (de manera análoga a la reflejada en [5]). De modo que una persona alegre hablará normalmente con un tono más alto, un mayor volumen y a una velocidad mayor que una persona triste. El sintetizador texto-a-voz empleado permite variar dichos parámetros.

En una primera aproximación, los valores del ánimo y el tipo de la conversación son fijos, a menos que el usuario decida cambiarlos, para lo que puede escoger una de entre las opciones presentes en las listas desplegables asociadas a dichas variables. De esta forma, el usuario mantiene en todo momento el control sobre estos valores que presenta el sistema. Sin embargo, y en consonancia con [8], las personas con

<sup>4</sup> Cabe indicar que, mientras que el estado de ánimo depende básicamente del usuario que utiliza el sistema, el tipo de conversación depende tanto del usuario como del interlocutor con que se esté comunicando (uno no trata igual a un amigo de toda la vida y a un desconocido; probablemente con el amigo se comunique de manera más informal que con el desconocido, con quien normalmente se adopte un tono más formal).

dificultad motora y oral que intentan teclear lo más rápido posible no van a querer teclear los parámetros afectivos debido al esfuerzo que ello les supone. Por ello, y con el fin de mejorar la velocidad de comunicación, estamos trabajando un sistema que trata de inferir automáticamente el ánimo del usuario.

Mediante análisis del texto se observa si entre las palabras compuestas por el usuario hay una serie de palabras propias de determinados estados de ánimo, con el fin de determinar dicho estado (puede suponerse que, por ejemplo, la proliferación de insultos indique enfado). Para esto se hace necesario tener diccionarios temáticos o asociados a ánimos particulares, acaso con pesos que indiquen lo ajustados que estén a esos ánimos. Además, se podría considerar añadir sensores (lo menos molestos posible) al usuario para detectar su ánimo.

Con relación a la influencia del interlocutor en el tipo de la conversación, estamos trabajando en reconocer la velocidad, el volumen y el tono con el que se comunica. Estos valores, contrastados con una base de datos en la que se guardan valores tipo serán utilizados en combinación con un sistema de lógica difusa con el objetivo de estimar las variaciones en tipo de conversación que pueden presentarse, así como la brusquedad con que se llevan a cabo.

Se han obtenido unos resultados interesantes que están sirviendo para refinar el tratamiento automático de estado de ánimo y el tipo de conversación. En la actualidad se están llevando a cabo evaluaciones por medio de interacciones con usuarios finales para determinar la validez del sistema así como su usabilidad.

## **4 Conclusiones**

La computación emocional puede ser aplicada a la Comunicación Aumentativa y Alternativa para mejorar la comunicación, rehabilitación e integración de personas con discapacidad. Concretamente, la mediación emocional puede servir para mejorar la emotividad que transmiten los dispositivos de ayuda a la comunicación complementando otras técnicas utilizadas para mejorar la velocidad de comunicación.

Se ha diseñado un sistema que añade información del estado de ánimo a un dispositivo basado en el modelado de la conversación, que cuenta con síntesis de voz. De este modo, las frases se dan a conocer de forma que se reflejan el estado de ánimo y el tipo de conversación. En una primera aproximación, el propio usuario selecciona los valores correspondientes, pero se ha visto que en el caso de usuarios con discapacidad el esfuerzo requerido es notable. Por ello, se han definido unas pautas para que sea el propio sistema el que infiera esos valores y minimice lo que el usuario deba hacer para supervisarlos.

Los resultados parciales obtenidos están sirviendo para nuevos refinamientos y mejoras que repercutirán en un nuevo prototipo más completo.

## Bibliografía

1. Norman Alm, John L. Arnott and Alan F. Newell: Prediction and Conversational Momentum in an Augmentative Communication System. *Communications of the ACM*. Volume 35, Number 5 (May 1992). Pages 46-57.
2. Garay-Vitoria, N., J. González-Abascal, and S. Urigoitia-Bengoia. 1995. Application of the Human Conversation Modelling in a Telephonic Aid. *Proceedings of the 15th International Symposium on Human Factors in Telecommunications (HFT '95)*, Melbourne (Australia). 131-138.
3. Garay, N. 2000. Sistemas de Predicción Lingüística. Aplicación a Idiomas con Alto y Bajo Grado de Flexión, en el Ámbito de la Comunicación Aumentativa y Alternativa. *PhD Thesis presented in the Computer Science Faculty (UPV/EHU)*. San Sebastián, April.
4. Gardeazabal, L. 1999. Aplicaciones de la Tecnología de Computadores a la Mejora de la Velocidad de Comunicación en Sistemas de Comunicación Aumentativa y Alternativa. *PhD Thesis presented in the Computer Science Faculty (UPV/EHU)*. San Sebastián, July.
5. Ignasi Iriondo, Roger Gaus, Angel Rodríguez, Patricia Lázaro, Norminanda Montoya, Josep M<sup>a</sup> Blanco, Dolors Bernadas, Josep Manuel Oliver, Daniel Tena, Ludovico Longhi: Validation of an Acoustical Modelling of Emotional Expression in Spanish Using Speech Synthesis Techniques. Taken from <http://www.qub.ac.uk/en/isca/index.htm>. 2000.
6. Juanena, A. 2001. Diseño e Implementación de una Ayuda Técnica para Discapacitados. *Final Career Project in the Computer Science Faculty (UPV/EHU)*. February.
7. Pérez, S. 1999. Diseño e Implementación de una Ayuda Técnica para Discapacitados. *Final Career Project in the Computer Science Faculty (UPV/EHU)*. September.
8. Picard, R. W. 1997. *Affective Computing*. MIT Press.
9. Picard, R. W. 1998. Towards Agents that Recognize Emotion. *Actes Proceedings IMAGINA (Monaco)*. Pp 153-165.

## **KAI: una propuesta para mejorar la accesibilidad a la web a personas con discapacidad visual**

M. Macías, F. Sánchez

Departamento de Informática. Universidad de Extremadura. España.  
{mmaciasg, fernando}@unex.es

**Resumen.** El avance de la informática, las telecomunicaciones y en concreto de Internet, ha hecho posible que un bien tan preciado como la información esté disponible desde cualquier lugar del mundo permanentemente. Sin embargo, que la información esté disponible no significa que sea accesible para todas las personas que la pretenden, al menos, no en el mismo grado. En la actualidad, los usuarios que presentan algún tipo de discapacidad visual se ven imposibilitados para acceder a gran parte de los contenidos publicados en Internet. Aunque existen guías que garantizan la accesibilidad de las páginas Web construidas según sus directrices y se han desarrollado herramientas software destinadas a proporcionar una mejor accesibilidad a estas personas, la mayoría trata el problema desde el punto de vista del diseñador, ya que actúan como evaluadores o correctores de páginas HTML previos a su publicación en la red. Tan sólo algunas herramientas consideran el problema desde la perspectiva del usuario, permitiéndole participar en el proceso de filtrado, reestructuración o presentación de las páginas que desea visitar. KAI, Kit de Accesibilidad a Internet, la propuesta que se presenta en este artículo, tiene en cuenta tanto al usuario final como al creador Web. En lo que respecta al usuario final, su funcionamiento básico consiste en detectar la estructura real de una página Web ya publicada (que en ocasiones no coincide con la estructura proporcionada por el diseñador), clasificar los distintos elementos y presentarlos al destinatario final en función de sus necesidades, mejorando en lo posible la accesibilidad de los contenidos publicados en la red. Para soportar ese paso intermedio previo a la presentación final se ha hecho necesaria la definición de un nuevo lenguaje de marcado, al que denominamos BML (Blind Markup Language) que además permite a los autores y creadores Web desarrollar páginas mejor estructuradas y más definidas de lo que se viene haciendo de forma tradicional con HTML. Asimismo, se propone la creación de un navegador mixto audio/táctil que facilite a los usuarios la lectura selectiva de los contenidos de una página de forma táctil.

**Palabras clave:** accesibilidad, navegación táctil, discapacidad visual

## 1 Introducción

Para los usuarios que utilizan el sentido de la vista de forma parcial o no lo utilizan en absoluto, descifrar la información publicada en Internet puede suponer una verdadera carrera de obstáculos que en ocasiones hace desistir al interesado de su empeño.

Con el fin de cambiar esta realidad, entre las áreas prioritarias de la Sociedad de la Información en Europa [1] se encuentra la de *garantizar la participación de los discapacitados en la cultura electrónica*. Por su parte, España ha lanzado recientemente el plan InfoXXI [2] para impulsar el desarrollo de la Sociedad de la Información y, entre sus acciones, la de *Accesibilidad y alfabetización digital* pretende *facilitar el acceso a la Sociedad de la Información y el uso intensivo de las nuevas tecnologías a los discapacitados con el fin de conseguir la igualdad de oportunidades*. Conscientes de la progresiva importancia de la información publicada en Internet así como de las dificultades que los usuarios con discapacidad visual encuentran en el acceso a esta información, el grupo de investigación en Accesibilidad de la Universidad de Extremadura se encuentra desarrollando un proyecto, parte del cual se expone a continuación y cuya finalidad consiste en mejorar la accesibilidad a la información de la red a las personas con discapacidad visual.

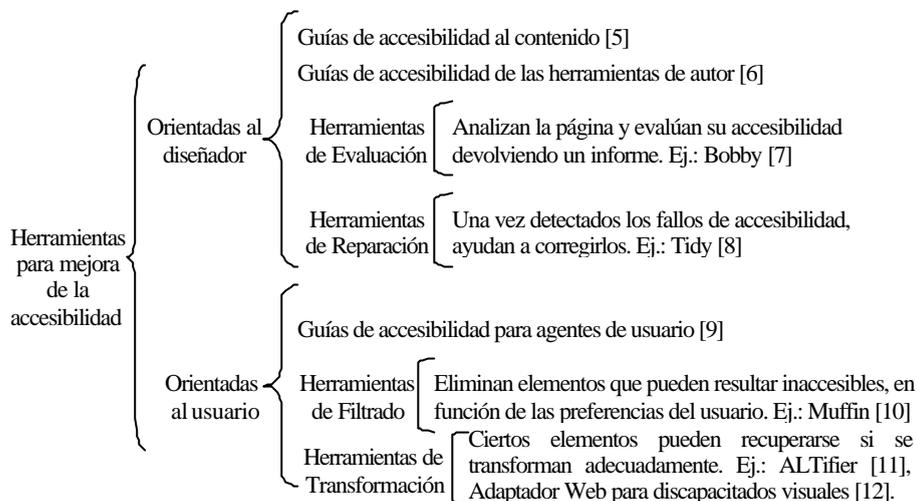
El resto del artículo se estructura así: en la sección 2 se muestran otros trabajos relacionados, en la sección 3 se explica nuestra propuesta. Finalmente, en la sección 4 se relacionan las conclusiones y trabajos futuros.

## 2 Trabajos relacionados

La sección Web Accessibility Initiative, WAI [3], del World Wide Web Consortium, W3C, es de referencia obligada cuando se trata de Accesibilidad ya que todos sus trabajos van encaminados a mejorar la accesibilidad de las páginas Web. Por una parte trabaja en la edición de guías destinadas a los diversos grupos implicados en la publicación de información en la red. Estas guías constituyen un excelente recurso que todo autor debiera respetar, pero un gran número de los responsables de las páginas publicadas las desconocen, agravando de este modo el problema de la inaccesibilidad de los contenidos publicados. Por otra parte, se ha creado un grupo de trabajo encargado de recopilar información sobre herramientas software [4] de evaluación y transformación de páginas Web que facilitan esta labor.

Se ha comprobado que la mayor parte de herramientas relacionadas está orientada a diseñadores, facilitándoles la labor de creación de páginas accesibles dirigidas a personas con discapacidad. Son más escasas las herramientas cuyos destinatarios finales sean los propios usuarios. En este caso favorecen la participación activa del receptor en el proceso de transformación de páginas Web existentes, si bien de forma limitada, permitiéndole personalizar ciertas características de presentación que complementan así al navegador habitual. Algunas se integran en el navegador del cliente aunque la mayoría trabaja en el servidor.

En la Figura 1 se ofrece un pequeño esquema resumen de herramientas recientes encargadas de mejorar la accesibilidad de las páginas Web.



**Fig. 1.** Esquema resumen de herramientas que mejoran la accesibilidad

### 3 Propuesta

Tradicionalmente, el modo en que un cliente accede a una página Web ha venido siendo la conexión con el servidor y el envío por parte de éste del código de la página a visitar, donde el navegador del usuario final interpreta ese código y lo presenta de modo definitivo. Nuestra propuesta pasa porque el servidor mejore la estructura del código original antes de enviarlo al cliente con discapacidad visual, que en algún momento anterior habrá decidido cómo acceder a los contenidos de la página Web, qué contenidos le interesan y cómo desea que éstos le sean transmitidos.

KAI, el Kit de Accesibilidad a Internet, detecta, clasifica, evalúa, repara, filtra, transforma, reestructura y presenta al destinatario de manera personalizada los contenidos de una página Web.

Para que funcione toda la arquitectura, es necesario que en primer lugar se identifiquen todos y cada uno de los elementos de una página Web. Este proceso se hace imprescindible debido a que no todos los diseñadores utilizan el etiquetado de HTML de forma adecuada. Así, es posible obtener una tabla con la marca `TABLE`, o con la marca `IMG` incrustando la imagen escaneada de una tabla e incluso con una combinación adecuada de caracteres ASCII. Y también es posible utilizar la marca `TABLE` con el único propósito de obtener un efecto y no una tabla real. Estos hábitos dificultan de modo considerable la correcta identificación de los componentes de una página Web por lo que se hace necesaria la utilización de técnicas de reconocimiento de patrones [13] que permitan determinar la existencia real de un elemento ya que el etiquetado puede llevar a confusión. Una vez identificados los componentes, se clasifican en una estructura arbórea intermedia que viene proporcionada por un nuevo lenguaje de marcado al que denominamos BML (Blind Markup Language).

En la figura 2, se muestra el esquema de la arquitectura propuesta:

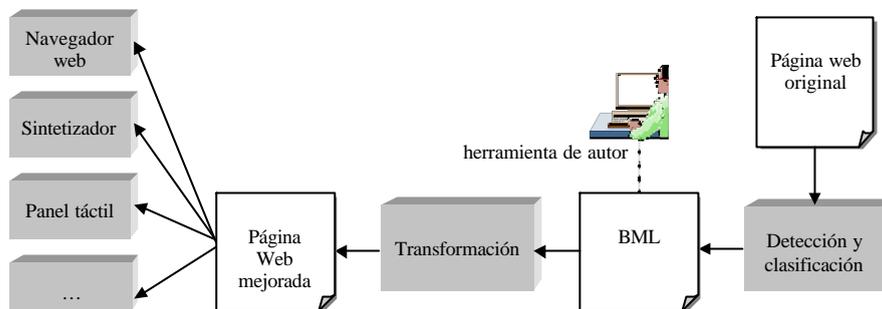


Fig. 2. Esquema general de la arquitectura de KAI.

El lenguaje BML se ha desarrollado siguiendo las especificaciones del metalenguaje XML. Es muy simple y su función primordial consiste en codificar los distintos elementos reales de una página Web. También dispone de una herramienta de autor accesible que permite crear páginas Web asimismo accesibles. Se ha optado por la creación de un nuevo lenguaje para dotar de total independencia a KAI tanto del lenguaje original de la página Web (HTML o no), como del lenguaje que se enviará por fin al cliente (HTML, XHTML, XML..., con CSS o XSL).

En la definición del lenguaje BML se ha tenido en cuenta la existencia de una serie de piezas que constituyen los pilares sobre los que se construye cualquier página Web y se han seguido dos criterios al considerar un posible elemento del lenguaje:

- Identificabilidad. La misma para todos los usuarios. Se ha tenido en cuenta el aspecto visual (imagen), auditivo (voz, tono) y táctil (Braille, relieve, vibración).
- Funcionalidad bien definida. Cada elemento aportará pues información adicional a los contenidos que se sustentan en él, idéntica para todos los usuarios.

En la figura 3 se muestra un esquema en el que se clasifican los componentes de una página Web en función del rol que desempeña.

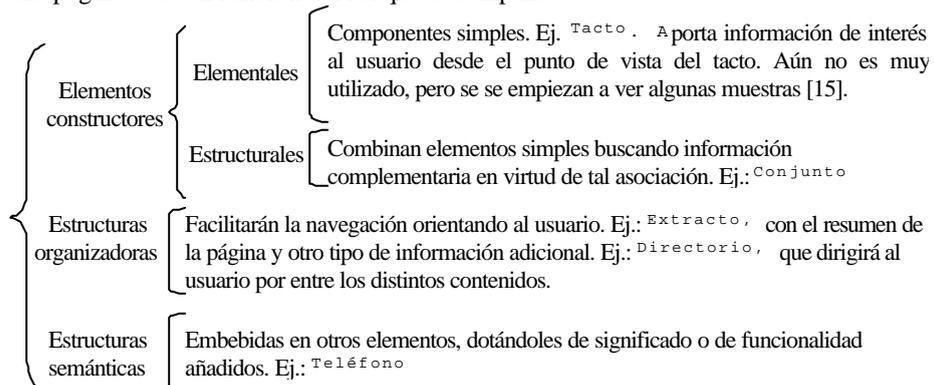


Fig. 3. Clasificación de componentes en función de su rol

KAI dispondrá también de una plataforma audio/táctil en la que se represente la estructura de los contenidos de la página Web visitada, de forma que el usuario pueda obtener una información general más completa, similar a la que se percibe con la

visión y navegar fácilmente de forma táctil por dicha estructura. De este modo los sujetos podrán realizar una lectura más selectiva, complementando así a las herramientas habituales que ya ofrecen cierta capacidad de selección e información general como HomePage Reader [15] o el popular lector de pantalla Jaws[16].

En la actualidad contamos con un simulador gráfico/auditivo de la plataforma y se trabaja en el simulador táctil con la ayuda de un ratón táctil capaz de proporcionar distintas texturas a la representación de los diversos elementos de la página.

#### 4. Conclusiones y trabajo futuro

A lo largo de este artículo, se ha puesto de manifiesto la existencia de herramientas que tratan de paliar la problemática que padecen los usuarios con discapacidades visuales ante el acceso a la información publicada en Internet. Unas desde la posición del diseñador y otras desde la perspectiva del destinatario. Se ha presentado KAI, una propuesta que enfrenta el problema desde ambas actitudes. El diseñador puede utilizar el lenguaje base BML y su herramienta de autor para crear páginas Web accesibles. El usuario a su vez, tiene la facultad de personalizar su entorno de navegación al decidir qué información quiere y cómo la desea. El panel táctil dará fluidez a la navegación, al posibilitar percibir la globalidad de los contenidos y su distribución de forma táctil.

En estos momentos estamos trabajando en el panel táctil y tenemos prevista la elaboración de métricas que permitan determinar el grado de accesibilidad y de transformabilidad que presenta una página Web en función de las necesidades del usuario. Una de las utilidades previstas es su integración en un buscador, de modo que además de los datos que ya ofrecen, se pueda filtrar una búsqueda en función de un umbral de accesibilidad o transformabilidad predefinido.

#### Referencias

1. Áreas. [http://europa.eu.int/comm/information\\_society/eeurope/objectives/10areas\\_es.htm](http://europa.eu.int/comm/information_society/eeurope/objectives/10areas_es.htm)
2. Plan de acción InfoXXI. [http://www.infoxxi.es/info\\_XXI/I21/strc\\_p.htm](http://www.infoxxi.es/info_XXI/I21/strc_p.htm)
3. Web Accessibility Initiative. <http://www.w3.org/wai>
4. Evaluation, Repair, and Transformation... <http://www.w3.org/WAI/ER/existingtools.html>
5. Pautas Accesibilidad de Contenido... <http://www.accesosis.es/~carlosegea/PautasWAI.htm>
6. Authoring Tool Accessibility Guidelines 1.0. <http://www.w3c.org/TR/ATAG10/>
7. CAST. Welcome to Bobby 3.2. <http://www.cast.org/bobby>
8. Clean up your Web pages with HTML Tidy. <http://www.w3.org/People/Raggett/tidy>
9. User Agent Accessibility Guidelines 1.0. 10-03-2000. <http://www.w3.org/TR/UAAG10/>
10. World Wide Web Filtering system. <http://muffin.doit.org/>
11. ALTifier Web Accessibility Enhancement Tool 98 <http://www.vorburger.ch/projects/alt>
12. Cascado Caballero et al. Adaptador Web para discapacitados visuales. Iberdiscap2000.
13. C. Cachero. The OO-HMethod Pattern Catalog. Technical Report, Univ Alicante, 12 1999.
14. Logitech. IFeel MouseMan. <http://www.logitech.com/cf/products/productoverview.cfm/80>
15. The voice of the World Wide Web. <http://www-3.ibm.com/able/hpr.home>
16. Henter-Joyce. Jaws for Windows links. <http://www.hj.com/JAWS/JAWS.html>



# Interfaz para el tratamiento del sistema Braille

J. Paredes<sup>1</sup>, J. Palacios<sup>2</sup>, Á. Rodas<sup>3</sup>

[1Joapari@eui.upv.es](mailto:Joapari@eui.upv.es), [2japape@disca.upv.es](mailto:japape@disca.upv.es), [3arodas@disca.upv.es](mailto:arodas@disca.upv.es)

Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA)  
Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n. 46071 Valencia. SPAIN

**Resumen.** La investigación llevada a cabo pretende analizar el actual uso que la tecnología presenta sobre el sistema Braille y sus distintas modalidades, con el objetivo de plantear una solución global al tratamiento del mismo. El presente trabajo ofrece el diseño de soluciones específicas encaminadas a modernizar, integrar y facilitar el tratamiento automático y el aprendizaje del sistema Braille. Para todo ello, dicho estudio se materializa en un prototipo software que, actuando como interfaz hombre-máquina, implementa parte de las soluciones propuestas.

## 1 Introducción

Las personas que padecen algún tipo de deficiencia visual, ya sea total o parcial, se encuentran en desventaja a la hora de interactuar con los medios informáticos, cuando pretenden acceder, y sobre todo, tratar, la información deseada. Una opción para solucionar este problema consiste en desarrollar productos específicos que, si no se toman las debidas precauciones, pueden suponer un alejamiento de los sistemas utilizados por el resto de personas y, por lo tanto, un paso hacia atrás en la integración de este colectivo.

El sistema Braille supone, para estas personas, el medio más eficaz e independiente para acceder a la información y, sobre todo, a la educación. Pero hasta el momento no ha tenido un tratamiento adecuado a la hora de adaptarlo a las nuevas tecnologías. Ello implica, junto con la tendencia actual de “hacer sonar” la información<sup>1</sup>, un deterioro en el buen uso de dicho sistema de lecto-escritura y el paulatino e injustificable hoy en día, abandono de otros (sistema Abreu y Estenografía) que en su día gozaron de una gran aceptación para la educación de los invidentes.

El presente trabajo pretende recuperar dichos sistemas y facilitar el uso y aprendizaje de todas las modalidades del Braille, modificando la filosofía de tratamiento del mismo y homogeneizando, integrando y modernizando todos aquellos elementos que le son propios. Tras la descripción de los procesos a seguir en busca de soluciones a los problemas planteados, se mostrará un prototipo que implementará parte de las soluciones propuestas y que ha sido probado por profesionales y usuarios del Braille.

---

<sup>1</sup> Actualmente es muy utilizado el “libro hablado”, que consiste en la grabación de textos literarios en una cinta magnetofónica.

## 2 Fundamentos del Braille y la tiflotecnología

### 2.1 El sistema Braille

El sistema Braille, Braille Integral o de Grado 1, presenta una estructura basada en la combinación de tan sólo 6 puntos (64 símbolos) que forman la celdilla básica, distribuidos de tal forma que la yema del dedo pueda identificarlos con bastante claridad<sup>2</sup>. Sin embargo, este sistema es polisémico y por lo tanto ambiguo en determinados ámbitos de utilización [6]. Por ello, la complejidad que se presenta al convertir información con una estructura más desarrollada, como es la matemática, la científica, la musical... a un formato lineal, exige una mayor atención y rigor por parte del profesional encargado de la transcripción y adaptación de dichos textos [1] [2].

Todos los intentos de informatizar el Braille han basado su técnica en la utilización directa del Braille Computerizado o de Grado 0, que consiste en una extensión del Integral, fundamentada en la adición de dos puntos más a la celdilla básica. Esto permite 256 combinaciones distintas, alojadas en el código ASCII extendido [6].

Otras variantes de Braille utilizadas en el pasado y que fueron descartadas, entre otros motivos, por un inadecuado uso de la tecnología asociada, fueron el Estenográfico o de Grado 2 [3], y la musicografía Abreu [5]. El primero restringe el número de celdillas necesarias para representar textos literarios con la consiguiente reducción del volumen y aumento de rapidez en la escritura y producción. El sistema Abreu, por su parte, manipula información musical con una celdilla de 8 puntos.

Por último, es conveniente señalar que el Braille, en cualquiera de sus modalidades, (excepto la musicografía de Abreu, por ser exclusivamente español), goza de un carácter universal, ya que el soporte que ofrece la celdilla básica es compatible para cualquier idioma, incluso para los basados en alfabetos no latinos [4].

### 2.2 Braille y tiflotecnología<sup>3</sup>

Los dispositivos de entrada básicos para el sistema Braille [7] son los teclados Braille, que utilizan únicamente 6 u 8 teclas e incluyen una tecla más que hace la función de la barra de espacio.

Para la salida se utilizan medios táctiles y auditivos. Los primeros se dividen en líneas Braille (que muestran la información de forma dinámica) e impresoras Braille (que lo hacen de forma estática); los dispositivos auditivos verbalizan sintéticamente la información. Algunos equipos cuentan con los dispositivos de entrada y salida, lo que les hacen sistemas autónomos de tratamiento de información Braille.

Existe también, software que aplica las reglas básicas para realizar la transcripción y adaptación entre los dos sistemas de lecto-escritura, pero suele presentar el inconveniente de que el usuario no puede interactuar con los documentos a trabajar.

---

<sup>2</sup> La celdilla Braille posee unas dimensiones y medidas estándar que no pueden ser modificadas.

<sup>3</sup> Tecnología para ciegos y deficientes visuales.

### 3 Diseño de soluciones

#### 3.1 Transcripción

Es evidente que ha de existir una relación Braille-Tinta, que posibilite la comunicación entre los usuarios de ambos sistemas. Este trabajo pretende facilitar la transcripción y uso de cualquier tipo de información que pueda ser representada en Braille Integral, con la ayuda de un transcriptor automático. La utilización de barras de simbologías específicas organizadas adecuadamente, cubren, junto con el transcriptor automático, la conversión de textos pertenecientes a cualquier área de conocimiento y suponen una potente herramienta para el aprendizaje del Braille.

Para la conversión Tinta-Braille se analizan todos los caracteres uno a uno en busca de aquellos que no tengan una conversión directa al sistema Braille Integral, como puedan ser los caracteres escritos en mayúscula, los números y distintos signos de puntuación. También se analizan las palabras que puedan ser objeto de alguna excepción de las reglas del Braille Integral [1] [2]. Para la conversión inversa el procedimiento es similar, aunque debido a la existencia de caracteres polisémicos, se realizan ciertas comprobaciones sintácticas.

El Grado 2 del Braille supone un aporte importante para la toma rápida de notas y la reducción de costes y tamaño. Por este motivo, es conveniente desarrollar un segundo traductor Braille Integral-Estenografía y su homólogo. Así mismo, el tratamiento de la musicografía de Abreu, apoyado en el sistema MIDI, hace posible su recuperación y aprendizaje.

Por último, dados los nuevos medios de comunicación de los que se dispone actualmente entre los cuales Internet es el más representativo (con todos los servicios que ofrece: web, ftp ,chat, e-mail...), se considera oportuno estudiar la viabilidad del tratamiento Braille para manejar este tipo de entornos.

#### 3.2 Entrada/Salida

La entrada de datos se puede realizar de formas distintas tal como se recoge en la figura 1. Otra forma alternativa de introducción de datos es el escaneado de páginas Braille e interpretación de los puntos para su posterior edición (OCR).

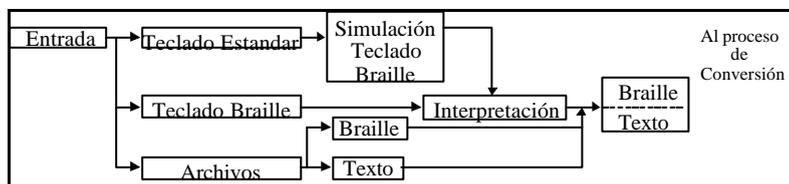
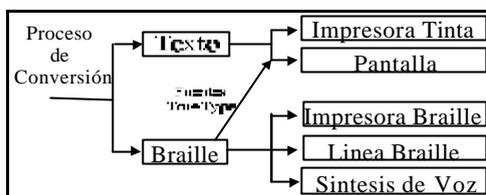


Fig. 1. Entrada de datos: estándar, emulación y control de teclados e importación de archivos

Por otra parte, la salida de datos se realiza mediante tres métodos: visual, táctil y auditivo tal como se recoge en la figura 2. El primero se consigue por medio del

monitor conectado al PC, con la utilización de fuentes *true type* específicas, así como la impresión convencional.



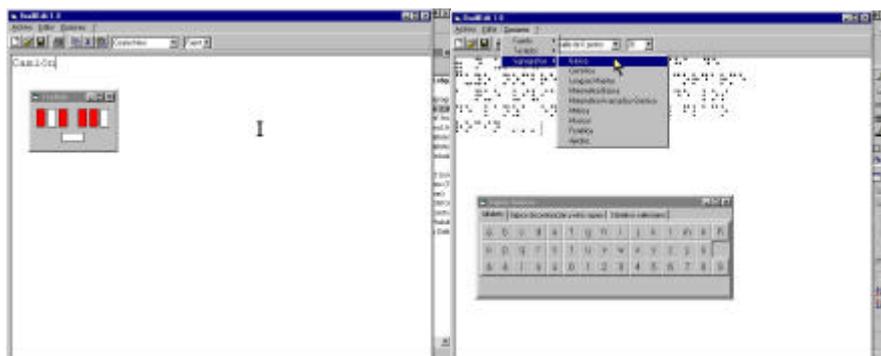
**Fig. 2.** Salida de datos visual, táctil y auditiva

Para la salida táctil se emplean dispositivos tiflotécnicos específicos, esto es: impresoras Braille conectadas al puerto paralelo del PC y líneas Braille con interfaz serie para mostrar dinámicamente los datos de la pantalla del ordenador. La salida de voz se consigue redirigiendo los caracteres ASCII correspondientes a un sintetizador de voz gestionado por un lector de pantalla.

## 4 Presentación del Prototipo

Como estudio de viabilidad de las soluciones propuestas, a continuación se presenta un prototipo desarrollado en Visual Basic bajo el sistema operativo Windows.

En primer lugar se ha desarrollado un módulo que realiza la transcripción Tinta-Braille y su inversa Braille-Tinta. También se incluye un módulo de comunicación entre los dispositivos externos específicos: línea, teclado e impresora Braille. Además se ha implementado la emulación de un teclado Braille por medio del teclado estándar gracias a la captura de los eventos de ciertas teclas e ignorando el resto. Se capturan estas teclas en un buffer intermedio donde se interpretan, para que más tarde pasen al proceso de transcripción y al de visualización mediante fuentes TrueType (figura 3).



**Fig. 3.** Ejemplo de ventanas del software desarrollado

Otra opción implementada es la de ver en la pantalla una representación de las teclas pulsadas con la intención de corregir errores en el aprendizaje de Braille.

El uso de las barras de simbologías básica y matemática facilitan mucho el aprendizaje y la transcripción al Braille Integral de textos basados en estas simbologías. Tan sólo es necesario hacer clic sobre el símbolo deseado para obtiene su correspondencia en Braille.

Por último, se ha conseguido implementar la salida auditiva, mediante un control apropiado, al cual se le pasa el texto a ser sintetizado.

## 5 Conclusiones

Es evidente que las nuevas tecnologías han hecho posible que las personas invidentes puedan interactuar con el ordenador. Así mismo, es posible integrar todos los elementos que guardan relación con este sistema de lecto-escritura y desarrollar una herramienta que propicie la recuperación de Brailles abandonados y la facilidad del tratamiento y aprendizaje de todas sus modalidades.

En ese sentido se ha desarrollado una Interfaz que permita tratar el Braille globalmente, haciendo posible utilizar las herramientas con las que trabajan las personas ciegas, junto con el hardware y software habituales para el resto de personas. Es decir, integrar, unificar, facilitar y modernizar todos aquellos elementos que guardan relación con el Braille, huyendo de la creación de dispositivos específicos que pueden producir incompatibilidad en el tratamiento de la información y que se orientan más hacia la síntesis de voz y el Braille Computerizado, que al Braille original y, por desgracia, al Abreu y la estenografía.

La consecuencia que se obtienen de este trabajo es una inmediata integración de todas aquellas personas que trabajan con el sistema Braille, tanto en el ámbito educativo y social, como laboral.

## 7 Bibliografía

1. C.R.E. "Espíritu Santo" de Alicante; *Signografía Braille, para la adaptación de libros de texto*; ONCE, Centro de Producción Bibliográfica en la Comunidad Valenciana; Alicante, 1998; 3ª edición.
2. Corral Meras, Julio y Refusta Torres, Braulio; *Manual de transcripción Braille*; ONCE; Madrid, 1998; 1ª edición.
3. Montoro Martínez, Jesús; *Lecciones para el aprendizaje acelerado del 2º Grado de la Estenografía hispanoamericana en el sistema Braille*; ONCE, Centro de Producción bibliográfica en la Comunidad Valenciana, Alicante, 1988.
4. Mackenzie, Sir Clutha; *Escritura Braille en el mundo*; UNESCO; París, 1953; 1ª edición.
5. Museo tiflológico; *Música. Sistemas Llorens y Abreu*; ONCE, Centro Bibliográfico y Cultural; Madrid, 1995.
6. Varios; *Conferencia Internacional sobre el Braille*; ONCE, Centro Bibliográfico y Cultural; Madrid, 1990.
7. Stephen von Tetzchner; *Telecomunicaciones y discapacidad*; Fundesco; Madrid, 1993.



# El impacto de las nuevas tecnologías en las personas con discapacidad en España

F. Alcantud<sup>1</sup>, V. Ávila<sup>2</sup>, R. Romero<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Profesor Titular de Universidad. Director de la U.I.ACCESO  
Francisco.Alcantud@uv.es

<sup>2</sup> Profesor Ayudante. Miembro de la U.I. ACCESO  
Vicenta.Ávila @uv.es

<sup>3</sup> Técnico Superior de Investigación de la U.I.ACCESO  
Rafael.Romero@uv.es

## *Unidad de Investigación ACCESO*

Dpto. Psicología Evolutiva y de la Educación  
Universitat de Valencia Estudi General  
Avda. Blasco Ibáñez, 21  
46010 Valencia  
URL: <http://acceso.uv.es>

**Resumen.** Este trabajo presenta las conclusiones obtenidas en el estudio sobre el impacto de las nuevas tecnologías en las personas con discapacidad en España, realizado por la Unidad de Investigación ACCESO de la Universitat de Valencia (Estudi General), por encargo del IMSERSO. Este trabajo se engloba dentro de una iniciativa más amplia, dentro del marco de la Dirección de Asuntos Sociales y Económicos del Consejo de Europa donde se ha organizado un comité para la Rehabilitación e Integración de Personas con Discapacidad (CD-P-RR). Desde este comité, se ha constituido una comisión de expertos para analizar el impacto de las nuevas tecnologías, en el sentido más amplio del término, para la mejora de la calidad de vida de personas con discapacidad, distinguiendo entre personas con discapacidad física, deficiencias sensoriales, discapacidad en el aprendizaje y enfermedad mental.

Dada la amplitud del estudio y las limitaciones de orden material y temporal durante este primer año, hemos realizado dos acciones fundamentales: el análisis de la documentación existente utilizando la información disponible en red, centrándonos en el análisis de los proyectos de investigación, contribuciones a congresos, análisis de la legislación española; y la creación de una página Web pública del estudio donde se ha recogido información de los usuarios, asociaciones, ONG y otros grupos de trabajo y la exposición de experiencias. Con toda esta información y utilizando la metodología DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), metodología que se acordó utilizar durante la segunda reunión del comité de expertos, hemos tratado de realizar una guía de buenas prácticas.

En las siguientes páginas presentamos los resultados obtenidos en dos de las áreas fundamentales para la mejora de la calidad de vida de las personas con discapacidad: la educación y la utilización de la red. Apuntando en cada apartado los casos de buenas prácticas detectados en nuestro país.

**Palabras Clave.** Discapacidad, Nuevas Tecnologías, Sociedad de la Información.

## 1. Introducción

Esta ponencia presentará las conclusiones principales de la investigación llevada a cabo por la Universidad de Valencia durante el año 2000 por encargo del IMSERSO.

La investigación consistió en el análisis de documentación existente e información con respecto a la discapacidad y las nuevas tecnologías en el contexto español: publicaciones, congresos científicos nacionales y europeos, legislación española, iniciativas existentes, etc.

El informe final cuya primera fase terminó en noviembre de 2000, se divide en las siguientes partes:

1. Una recopilación de ejemplos de buenas prácticas de experiencias sobre la discapacidad y las nuevas tecnologías agrupadas en las siguientes áreas:
  - I. Educación,
  - II. Internet: accesibilidad a la red, sitios especializados, websites de asociaciones de usuarios con discapacidad, nuevos servicios en Internet  
...
  - III. Los Nuevos Centros de Tecnologías,
  - IV. Acceso a los Medios de comunicación públicos,
  - V. Tecnología de Ayuda y Rehabilitación: acceso alternativo al ordenador, sistemas de entrenamiento, movilidad personal, control de ambiente.
  - VI. Otros: sistemas de comunicación, cajeros automáticos, guía profesional, centros culturales, domótica.
2. Inventario de experiencias españolas que está abierto a nuevas entradas.
3. Informe sobre el entrenamiento y educación de las personas que participan la rehabilitación y la integración social de personas con discapacidad en España.
4. Informe sobre la legislación española relacionada existente.
5. Informe sobre investigación y desarrollo, en España, en este área.
6. Conclusiones generales del Informe Final del año 2000.

En esta presentación nos centraremos en el primer apartado y más concretamente plantearemos las conclusiones obtenidas en relación con educación e Internet. Todos los informes e información también puede encontrarse en <http://acceso3.uv.es/impacto>.

## 2. Metodología

La recogida de información se ha realizado mediante un protocolo en la red, sistema ya experimentada en varios estudios tanto nacionales como internacionales. Este método no permite realizar inferencias de tipo estadístico, tan solo permite describir los casos expuestos; en consecuencia, el estudio llevado a cabo tiene un marcado carácter cualitativo. Para garantizar la mayor extensión y difusión de la información, hemos seguido la siguiente metodología:

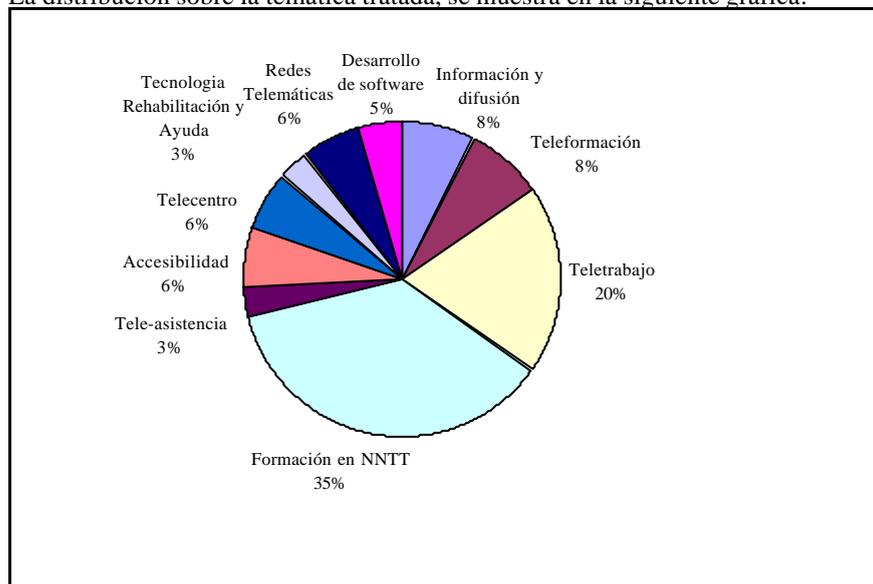
- a. Tras la creación de una página pública, la dimos a conocer en los diferentes foros de discusión relacionados con los términos 'tecnología' y 'discapacidad', con la finalidad de propiciar la máxima difusión de su existencia.

- b. Los casos, proyectos e iniciativas detectadas, han sido evaluadas por el equipo de investigación con la finalidad de desarrollar una guía de buenas prácticas en el uso de las Nuevas Tecnologías en personas con discapacidad.
- c. Con los casos seleccionados, hemos intentando cubrir todas las áreas incluidas en el protocolo propuesto por el grupo de expertos de la comisión europea, y cuando se han producido lagunas se ha realizado una búsqueda activa para poder cubrirlas.

Todos los informes obtenidos están disponibles para su consulta pública, y han permitido al visitante: dar a conocer su opinión, aportar nuevas experiencias, hacer llegar acciones interesantes de las que tiene conocimiento o mandar comentarios sobre aquellas que se vayan acumulando, etc.

Mediante este sistema se han recogido un total de 67 iniciativas sobre el uso de las nuevas tecnologías en personas con discapacidad. Una gran proporción de experiencias corresponden a proyectos HORIZON cofinanciados por el Fondo Social Europeo y desarrollados en nuestro país durante los últimos años. Aunque no hemos pretendido realizar un estudio muestral de la situación de las iniciativas y proyectos realizados en el territorio español, el sistema de recogida de información por medio de la web se ha mostrado suficientemente eficaz como para alcanzar una cierta representatividad cubriendo la mayoría de las comunidades autónomas, respetando en cada una de ellas total o parcialmente la importancia de la misma según criterios de población.

La distribución sobre la temática tratada, se muestra en la siguiente gráfica:



**Gráfica 1:** distribución de proyectos e iniciativas del inventario según contenido.

Observamos un alto porcentaje de trabajos dirigidos a la formación en NNTT (35%). El segundo gran grupo de proyectos es el relativo al teletrabajo con un 20% de los mismos, al que hay que añadir el 6% de proyectos que desarrollan telecentros cuya

finalidad también es el desarrollo de una modalidad de teletrabajo. En el resto de áreas, se distribuyen similares porcentajes.

### **3. Sociedad de la Información y Personas con Discapacidad**

El concepto de nuevas tecnologías, en el ámbito de las personas con discapacidad, se dirige en dos direcciones, por una parte hacia el concepto de la Sociedad de la Información y en segundo lugar, hacia el concepto de Tecnología de Ayuda (Assistive Technology). En el primer caso, este estudio ha pretendido analizar cómo el desarrollo de la Sociedad de la Información puede introducir involuntariamente nuevas barreras a las personas con discapacidad generando nuevos obstáculos en su integración social. En efecto, las nuevas tecnologías (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) abren nuevos horizontes en la mayoría de los campos de conocimiento y también están introduciendo grandes cambios en nuestra vida cotidiana.

En la segunda dirección, el desarrollo tecnológico también está introduciendo grandes cambios en los sistemas de tratamiento y rehabilitación de las personas con discapacidad.

En las siguientes páginas nos centraremos en la primera de estas direcciones por ser la que más se adecua a los fines de esta reunión.

Debemos empezar haciendo notar que la realidad española se caracteriza por un nivel bajo de uso de los medios tecnológicos de la sociedad de la información, justificado fundamentalmente por una baja formación en los mismos por parte de los usuarios con discapacidad incluso después del gran esfuerzo realizado en los últimos años, como muestran los datos obtenidos en la recogida de información, donde un 35% de experiencias se dedicaron a este objetivo. En esta línea encontramos el estudio [3]; donde sobre una encuesta de un total de 101 estudiantes españoles universitarios con discapacidad, el 68% no tenía ninguna experiencia en Internet.

### **4. Educación**

Después de veinte años de evolución de la microinformática y casi cincuenta de la aparición del primer ordenador comercial, nadie duda sobre las posibilidades del ordenador como instrumento favorecedor del aprendizaje.

En esta área existen numerosas experiencias en nuestro país del uso del ordenador en el ámbito educativo. En algunos casos se ha constituido un 'Plan de Informática Educativa', siguiendo el modelo del Ministerio de Educación y Ciencia, (<http://www.pntic.mec.es/>) y desarrollan redes virtuales de colaboración (<http://www.xtec.es>), otras que han desarrollado planes concretos de implementación como el "Infocole" de la Generalitat Valenciana (<http://www.cult.gva.es/servicec/>). La ausencia de un centro de referencia y la disgregación de las competencias

---

<sup>1</sup> Traducimos aquí 'Assistive Technology' como 'Tecnologías de Ayuda', por considerarlo más ajustado a la tradición española, tal como se ha defendido en otras publicaciones [1], [2].

administrativas ha producido como efecto indeseado que la comunicación entre los diferentes órganos con competencia de las diferentes autonomías sea poco eficaz.

De la misma forma que existe una descoordinación en el ámbito de la aplicación general de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en el mundo escolar, también existe esta falta de coordinación entre los diferentes subprogramas que tratan de cubrir las necesidades de los alumnos con algún tipo de discapacidad. Esta descoordinación junto con la falta de formación de los profesionales de este sector, como hemos comprobado tras el análisis de los currícula de formación reglada recibida por los mismos, justifica la escasa aplicación de las nuevas tecnologías en el mundo de la educación de los niños con necesidades educativas especiales. Existen centros donde, gracias al esfuerzo de los profesionales y dirección que los integran y sobre todo, gracias a pertenecer a redes nacionales e internacionales o grupos de investigación y desarrollo, se realizan avances notables. En nuestra guía de buenas prácticas figuran los siguientes:

C.F.P.E. Pont del Dragó. Formació Professional Adaptada. Barcelona. <a href="http://www.bcn.es/pontdeldrago">http://www.bcn.es/pontdeldrago</a>
C.P. Rosa Chacel (I.E.S. Condesa Eylo Alfonso). Valladolid. <a href="http://www.adenet.es/horchacel/">http://www.adenet.es/horchacel/</a>
Asesoría Universitaria de Estudiantes con Discapacidad de la Universitat de Valencia (Estudi General). <a href="http://acceso.uv.es/centro/">http://acceso.uv.es/centro/</a>

## 5. La Red

El elemento más representativo de la actual Sociedad de la Información es sin duda Internet y en particular la World Wide Web que une millones de ordenadores en todo el mundo con una riqueza de información inimaginable hasta hace pocos años y un interfaz de uso tan gráfico e intuitivo que ha significado una expansión permanente de su uso a millones de usuarios nuevos cada año desde su popularización a principios de los años 90. En España esta evolución ha supuesto que 15 millones de personas hayan declarado, el mes de octubre de 2000, poder tener acceso de alguna forma a Internet según datos de la empresa MMXI Europe (<http://mediametrix.com/>).

Respecto al grupo de personas con discapacidad no se tienen datos en nuestro país, aunque resultados en EEUU señalan que el uso realizado por personas con discapacidad es igual o incluso superior al promedio. La razón de esto es que las personas con discapacidad pueden beneficiarse más que los ciudadanos promedios, por distintas causas entre las que destacamos: las posibilidades de acceder a servicios en igualdad de oportunidades (telecompra, teleformación, ..) a personas con problemas de movilidad; acceder a información escrita en tiempo real a personas

ciegas o con problemas de visión, siempre y cuando las páginas sigan las pautas de accesibilidad necesarias.

La **accesibilidad a la Web** es uno de los aspectos fundamentales para garantizar la utilización de Internet a las personas con discapacidad, especialmente a aquellas con deficiencias visuales y motrices. Hemos de centrar el concepto de accesibilidad a la web de las personas con discapacidad, considerando como áreas claves las señaladas en algún estudio [4]: el acceso al ordenador, al navegador utilizado y el diseño de las páginas Web.

En lo referente al *acceso al ordenador*, hemos recogido entre nuestras iniciativas el proyecto ALBOR: Acceso Libre de Barreras al Ordenador (<http://www.ceapat.org/ALBOR/>) financiado por el IMSERSO y la Iniciativa HORIZON III. Se trata de un método de valoración en el uso del ordenador por personas con discapacidad, ofreciendo un procedimiento de evaluación del usuario para determinar todas las capacidades que le pueden proporcionar el acceso al ordenador y asesorando en las ayudas técnicas o las adaptaciones a utilizar dependiendo de las capacidades evaluadas.

Existen otros servicios, centros e iniciativas recogidos que prestan sus servicios en el campo de las ayudas técnicas, y por lo tanto en la adaptación en el acceso al ordenador. Los incluidos en nuestra guía de buenas prácticas son los siguientes:

Centro Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas <a href="http://www.ceapat.org">http://www.ceapat.org</a>
Unidad de Investigación ACCESO (Universitat de València, Estudi General) <a href="http://acceso.uv.es">http://acceso.uv.es</a>
Unitat de Tècniques Augmentatives de Comunicació (UTAC) <a href="http://www.xtec.es/ed_esp/saac/index.htm">http://www.xtec.es/ed_esp/saac/index.htm</a>
Centro de Investigación y Desarrollo y Aplicación Tiflotécnica (CIDAT) de la ONCE <a href="http://cidat.once.es/welcome.html">http://cidat.once.es/welcome.html</a>

El *diseño de páginas Web* es un tema en alza que ha hecho que surjan distintas iniciativas sobre accesibilidad a la red. A nivel internacional la Web Accessibility Initiative WAI del World Wide Web Consortium, ha desarrollado las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web para el diseño de páginas web accesibles. En la Unión Europea se ha aprobado en el año 2000 la iniciativa eEurope lograr una “Sociedad de la información para todos”. En nuestro país las iniciativas más destacadas son la publicación del primer Estudio de Accesibilidad a la Red en castellano [5], disponible en red (<http://acceso.uv.es/accesibilidad/estudio>) y desde 1997 el desarrollo del Seminario de Iniciativas sobre Discapacidad y Accesibilidad en la Red (SIDAR) del Real Patronato de Prevención y Atención a Personas con Minusvalías (<http://www.sidar.org>).

No se tienen datos sobre la *utilización* real que las personas con discapacidad hacen de la red, pero sí se conocen los servicios que oferta y beneficios que de los mismos se pueden desprender, tanto es así que cada vez son más las iniciativas dirigidas a la prestación de servicios. Entre las recogidas en nuestro inventario destaca

el teletrabajo (20%), y otros como la teleformación (8%) y teleasistencia (3%). En la guía de buenas prácticas destacamos la utilidad de este tipo de servicios, destacando las siguientes iniciativas:

<b>Teleasistencia</b>	<b>Programa Grador (Fundación INTRAS)</b> <a href="http://www.intras.es/grador/programa_grador.htm">http://www.intras.es/grador/programa_grador.htm</a>
<b>Teleformación</b>	<b>ACCESO 25</b> <a href="http://acceso.uv.es/acceso25/">http://acceso.uv.es/acceso25/</a>
	<b>Aulas Hospitalarias</b> <a href="http://www.pntic.mec.es">http://www.pntic.mec.es</a>
<b>Teletrabajo</b>	<b>Gordexola Telecentro</b> <a href="http://www.gordexola.net">http://www.gordexola.net</a>
	<b>Proyecto Nexus</b> <a href="http://www.nexus.cas.junta-andalucia.es/castellano/nacional.htm">http://www.nexus.cas.junta-andalucia.es/castellano/nacional.htm</a>
	<b>Fundosa Teleservicios</b> Proyecto TEN-TREND (Telework Remote Enterprise Network Development) <a href="http://www.teleservicios.com/teletrab.htm">http://www.teleservicios.com/teletrab.htm</a> Centro de Tele-trabajo Técnicas Avanzadas de Encuestación, S.A. <a href="http://www.discapnet.es/graficos/empleo/bpracticas/empresas/tae.asp">http://www.discapnet.es/graficos/empleo/bpracticas/empresas/tae.asp</a>

Un área en la que han proliferado las iniciativas, ha sido en la creación de asociaciones de usuarios con discapacidad. Muchos de estos sitios están desarrollados por particulares no profesionales y alojados en servidores gratuitos, pero no por ello dejan de servir como medio de comunicación entre los miembros y para informar al exterior sobre las actividades de la misma o las característica de la deficiencia tratada. Sin embargo, son pocas las asociaciones que van más allá de la mera exposición de información. En el apartado de buenas prácticas, hemos recogido una de las más relevantes en este sentido: la Federación de Autismo-España. Asociación Nuevo Horizonte (<http://aut.tsai.es/>).

Por último queremos subrayar que la creciente cantidad de sitios web e información existentes actualmente en Internet, en relación a todos los temas y en particular relacionados con la discapacidad han favorecido la aparición de *portales* o directorios de información, que son sitios web especializados en esta temática. Los seleccionados como más relevantes en nuestro país han sido los siguientes:

Servicio de Información sobre Discapacidad (SID) <a href="http://sid.usal.es/">http://sid.usal.es/</a>
DISCAPNET <a href="http://www.discapnet.es">http://www.discapnet.es</a>
NEEDirectorío <a href="http://paidos.redireis.es/needirectorio/">http://paidos.redireis.es/needirectorio/</a>
Mercadis <a href="http://www.mercadis.com/">http://www.mercadis.com/</a>
Catálogo de Ayudas Técnicas de Ceapat <a href="http://www.ceapat.org:8000/">http://www.ceapat.org:8000/</a>

## 6. Conclusiones

En cuanto al análisis de las experiencias censadas nos ha permitido en primer lugar, desarrollar una guía de buenas prácticas seleccionadas bajo el criterio de los miembros de la U.I. Acceso e intentando cubrir las áreas de aplicación más generales de las Nuevas Tecnologías en las personas con Discapacidad. Las experiencias censadas han alcanzado un número considerable, considerando las limitaciones indicadas. Las cerca de 70 iniciativas y proyectos censados cubren un amplio espectro de modalidades y usos de las Nuevas Tecnologías y nos dan pistas de la evolución que este sector seguirá en el futuro. La distribución geográfica de las mismas, la naturaleza de su financiación y demás características, nos permiten elaborar estas conclusiones que el rigor científico nos obliga a tomar como parciales y de aproximación.

Del análisis del inventario de experiencias de nuestro estudio, hemos podido detectar algunos puntos débiles que de forma resumida comentamos seguidamente:

### **En Educación:**

La desaparición de centros de referencia, como el Centro Nacional de Recursos para la Educación Especial del Ministerio de Educación y ciencia y la falta de coordinación entre las autoridades autonómicas competentes está haciendo aparecer diferencias territoriales significativas. Algunas de ellas justificadas por la inexistencia de servicios especializados de asesoramiento, otras por el excesivo papel administrativo de los mismos.

### **La Red:**

El uso de la red esta limitado por el coste de las conexiones. En la actualidad con tendencia a la baja por la aparición de las tarifas planas y por la inexistencia de un organismo regulador sobre la aplicación de las normas de la Accesibilidad a la Red (WAI) en el ámbito del estado español. El SIDAR se ha convertido, en este sentido, en un órgano reivindicativo con campañas de sensibilización.

Podemos concluir diciendo que las barreras más importantes de acceso a la Sociedad de la Información son sin duda la económica y la cultural. La económica limita las posibilidades de acceder físicamente a los medios técnicos. Podríamos cifrar entre los 3.500.000,- y 4.000.000,- de pts el limite renta familiar, por debajo del cual sería difícil poder acceder a un ordenador moderno (24.000 \$ USA según algunos autores [6]). Si tenemos en cuenta la economía de las personas con discapacidad o personas mayores, entenderemos que el acceso a esta tecnología esta limitada aun incluso asumiendo la tendencia a la baja del mercado. En cuanto a las barreas culturales o formativas, ya hemos indicado como estudios empíricos demuestran que más de un 65% de potenciales usuarios universitarios no tienen experiencia ni formación en el uso de la red. Si ampliamos a los potenciales usuarios no universitarios, parece obvio pensar que este porcentaje de personas con falta de formación se incrementara notablemente. Estos son dos de los granes obstáculos que la Sociedad de la Información nos plantea. No obstante, a las personas con

discapacidad debemos de añadir las limitaciones al acceso físico al medio informático y al acceso a la información dada la inexistencia de un organismo regulador sobre la aplicación de las normas de la Accesibilidad a la Red (WAI) en el ámbito del estado español. El SIDAR se ha convertido, en este sentido, en un órgano reivindicativo con campañas de sensibilización.

## Bibliografía

1. ALCANTUD, F. (ed) (1999): *Teleformación. Diseño para todos*. Servei de Publicacions de la Universitat de Valencia Estudi General.
2. ALCANTUD, F; y FERRER, A. M. (1999): Ayudas técnicas para estudiantes con discapacidades físicas y sensoriales: Las tecnologías de ayuda. En RIVAS Y LÓPEZ (Eds.): *Asesoramiento Vocacional de Estudiantes con Minusvalías Físicas y Sensoriales*. Servei de Publicacions de la Universitat de València Estudi General.
3. BREIVIK, J.K.; GRANDE, E.; HARTENSTEIN, T.; HOEY, P.; JENKINS, G.; JEORRETT, P. & SPINDLER, L. (1999) Empowering practice: A guide to the use of Information Technology (ICT and Open Distance Learning (ODL) for and by disabled adults in the learning society. 'Final Report Second Chance Project, Socrates Initiative U.E.
4. LOY, B. et al. (1998): Surfing the net: the three keys to universal acces [on line]. SCUN 98 papers. 09/02/98. [citado 25/03/98]. Disponible en Internet en [http://www.dinf.org/csun\\_98/csun98\\_138.htm](http://www.dinf.org/csun_98/csun98_138.htm).
5. ROMERO, R.; ALCANTUD, F.; FERRER, A. (1998): *Estudio de accesibilidad a la red*. Universitat de Valencia. ISBN 84-370-3485-X Formato electrónico <http://acceso.uv.es/accesibilidad/estudio>
6. SAVIO, R (1999): *Informe de la Sociedad Internacional para el Desarrollo*. Secretaria General.



# Diseño de una interfaz para tetraplégicos

P. Márquez<sup>1</sup>, Á. Rodas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Email [pmarquezs@nexo.es](mailto:pmarquezs@nexo.es)

<sup>2</sup> EMail [arodas@disca.upv.es](mailto:arodas@disca.upv.es) Web <http://www.disca.upv.es/arodas>

Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA)  
Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n. 46071 Valencia. SPAIN

**Resumen.** El presente trabajo pretende facilitar el acceso al ordenador a las personas tetraplégicas, cuya motricidad les impide acceder al mundo de la informática. Para ello, se ha diseñado un conjunto de herramientas hardware/software, que ofrecen una interfaz adaptada a este colectivo. El hardware consiste en un periférico de entrada de datos, similar a un ratón, pero que se maneja a través del movimiento de la cabeza del usuario. El seguimiento de los movimientos del usuario se realiza mediante métodos ópticos con ayuda de una cámara y un hardware específicamente diseñado e independiente del PC. Por su parte, la pulsación de los botones del ratón, se controla mediante soplos que se recogen a través de un micrófono. El dispositivo propuesto se acompaña de una herramienta software para permitir la emulación de un teclado.

## 1 Diseño de un Ratón Sin Barreras

### 1.1 Parámetros de diseño

El hardware que se pretende diseñar consiste en un periférico de entrada de datos, *HeadMouse*, similar a un ratón, que se maneja a través del movimiento de la cabeza del usuario. Esta idea ha dado lugar a distintas aproximaciones, algunas de ellas disponibles en el mercado de la mano de empresas como *Irdata*, *Prentkle Romich*, *Origin Instruments* y *Advanced Peripheral Technologies*, entre otras. En la mayoría de los casos se utiliza transmisión por infrarrojos aunque no se descarta el uso de ultrasonidos, radiofrecuencia o sofisticados métodos de seguimiento de los ojos [3].

En nuestro caso, pretendemos obtener un producto alternativo donde el seguimiento de los movimientos se realice mediante métodos ópticos con ayuda de una cámara, cada vez más presente en nuestros puestos de trabajo, y un hardware específicamente diseñado e independiente del PC. La orientación escogida es cercana a [6], aunque aplicada a campos distintos. Se prefiere esta alternativa frente a la planteada en [4] y [7] donde se utiliza una tarjeta digitalizadora estándar para la emulación del ratón.

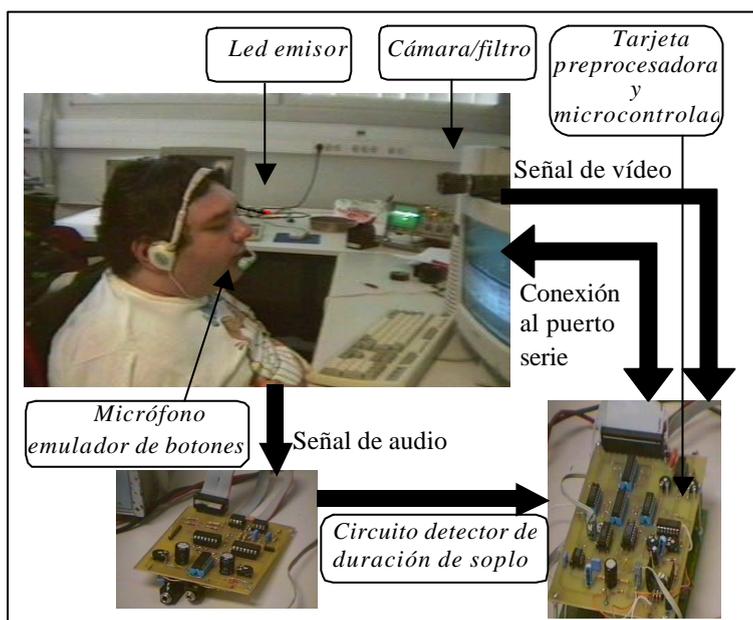
Además, a diferencia de [4], la pulsación de los botones del ratón, se controla mediante soplos que se recogen a través de un micrófono. Para ello se ha implementado un circuito detector que discrimina un soplo corto de uno largo<sup>1</sup>.

A la hora de asignar funcionalidades a los soplos, se podían tomar diferentes alternativas. En la decisión adoptada, que se muestra a continuación, se ha considerado cuáles son las acciones más habituales que se realizan con el ratón, buscando minimizar el esfuerzo del usuario.

**Tabla 1.** Relación entre soplos y clicks de ratón

<b>1 soplo corto</b> -> <b>Click del botón izquierdo</b> del ratón
<b>1 soplo largo</b> -> <b>Coger y arrastrar.</b> + 1 soplo corto -> <b>Soltar</b>
<b>1 soplo largo + 1 soplo largo</b> -> <b>Click del botón derecho</b> del ratón
<b>2 soplos cortos</b> -> <b>Doble Click</b> del botón <b>izquierdo</b> del ratón

Como se observa en la tabla 1, con sólo dos soplos, se pueden llevar a cabo prácticamente la totalidad de acciones que realiza un ratón. Además, de esta forma se ha conseguido que las acciones más habituales (más del 90% de las pulsaciones del ratón son Click y Doble Click izquierdo) se efectúen con soplos cortos. La figura 1 muestra los distintos elementos que componen el ratón.



**Fig. 1** Descripción de los distintos componentes del emulador de ratón

Para seguir el movimiento de la cabeza, se dispone de una cámara con un filtro interferométrico de luz infrarroja de 800 nm y un diodo emisor de luz infrarroja (led)

<sup>1</sup> La duración del soplo largo es configurable dentro de un rango de 0,5 – 4 segundos.

de la misma longitud de onda que el filtro. El emisor se coloca en la cabeza del usuario y la cámara encima de la pantalla, de forma que visualice la posición del led emisor. El filtro permite obtener una imagen donde se aprecia claramente la posición del led en condiciones de iluminación no controladas. Se ha optado por esta alternativa, frente a otras más elaboradas como las presentadas en [1] y [2] que, aplicadas a campos más generales, precisan un uso intensivo de hardware y software basado en computador. Nuestro objetivo ha sido siempre simplificar el proceso y obtener un producto portable y económico. A fin de extraer información de dicha imagen, es necesario procesarla en tiempo real. En nuestro caso hemos optado por el diseño de una tarjeta preprocesadora de la señal de vídeo que ofrezca parámetros de posicionamiento a un microcontrolador. Este calculará el desplazamiento de la cabeza y el correspondiente desplazamiento del ratón, determinando la información que tiene que enviar al puerto serie como si de un ratón serie estándar se tratase.

## 1.2 Esquema de la tarjeta preprocesadora

Sin duda, este componente es el más importante del sistema, puesto que detecta la presencia del led en la imagen y comunica su posición al microcontrolador. La tarjeta preprocesadora de la señal de vídeo<sup>2</sup> desarrollada, es una tarjeta digitalizadora de un bit que funciona sincronizada con un microcontrolador. La figura 2 muestra un diagrama de bloques con los principales elementos que la constituyen.

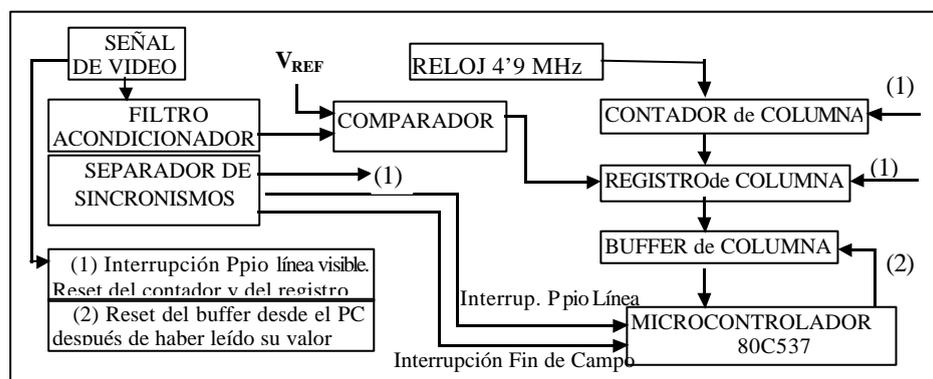


Fig. 2. Diagrama de bloques de la tarjeta procesadora de imagen

El funcionamiento general del circuito es el siguiente: Hay un contador que indica la columna que se está “muestreando” en cada momento y que se pone a cero al principio de cada línea. La señal de vídeo que proviene de la cámara se compara con una tensión umbral. Si dicha tensión es superada, significa que se ha detectado el led y que su posición se indica en el contador. En ese instante sólo resta salvarla en el registro de columna. Cuando llega la siguiente línea, el microcontrolador lee el valor del registro y se lo guarda en un vector indexado por la línea que se está

<sup>2</sup> Una imagen se compone de 625 líneas separadas en dos tramas. Al inicio de cada línea hay un sincronismo de línea (horizontal) y al final de cada trama uno de campo (vertical).

“muestreando” en ese momento. De esta manera tiene almacenado el contorno del punto en un vector cuyo índice indica la fila y el valor indica la columna de la imagen donde se ha detectado la presencia del led.

Hay que señalar también, que la precisión del *headmouse* es dinámica. Es decir, que movimientos rápidos de cabeza producen desplazamientos largos del cursor de ratón y movimientos lentos de cabeza implican desplazamientos cortos del mismo, con lo que se consigue una mayor precisión.

En las pruebas realizadas con diversos usuarios reales, se observó que el aprendizaje del sistema lleva una media de 3 sesiones, dependiendo de la habilidad del usuario. Una vez realizado dicho entrenamiento previo, el control del mismo no presentaba mayor problema

## 2 Emulador de Teclado Controlado con el Ratón

Tal y como hemos comentado anteriormente, poder controlar el ratón no es suficiente. Llega un momento en que necesitamos escribir un documento, dar nombre a un archivo o rellenar algún formulario de internet. Para ello se hace imprescindible el uso del teclado. A fin de dar respuesta a esta necesidad, se ha desarrollado un programa emulador de teclado que permite escribir con el ratón y además de una manera transparente al resto de aplicaciones (ver figura 3).



**Fig. 3.** Apariencia que presenta el teclado. Obsérvese los botones de función especial en la parte derecha del mismo, no presentes en un teclado convencional

Para escribir con él, no hay más que situar el cursor del ratón sobre la tecla deseada y pinchar, es decir, soplar, sobre ella. Esto tiene exactamente el mismo efecto que si se hubiese pulsado la tecla con un teclado convencional. Cabe destacar el aspecto práctico (por las posibilidades que ofrece) de este teclado como se ha constatado en las pruebas realizadas. No obstante, se ha detectado la conveniencia de desarrollar algún tipo de algoritmo dinámico de predicción de palabras [5] para mejorar el rendimiento en la escritura, ya que de lo contrario resulta un tanto lento el escribir mediante este método. En las pruebas realizadas, la velocidad media es de 20 pulsaciones correctas por minuto.

### 3 Conclusiones y Trabajos Futuros

Como se puede ver a lo largo de lo expuesto, hemos diseñado un hardware alternativo a los existentes, basado en un microcontrolador, de manera que resulta portable y eficiente, además de económico. Sin duda, el elemento más caro es la cámara, pero hoy en día se puede encontrar a un precio asequible con la ventaja añadida de poder ser usada en propósitos multimedia, amortizando rápidamente su coste.

Las pruebas realizadas han dado resultados satisfactorios. No obstante se observó que, en algunos casos, los usuarios tenían algunas dificultades en el manejo del ratón que desaparecían tras un período de adaptación.

Por su parte, la comodidad del producto se puede mejorar fácilmente eliminando el cable que hace llegar el micrófono al circuito detector de soplo como así indican pruebas preliminares donde hemos utilizado transmisión por radiofrecuencia.

Otro aspecto a reseñar es la utilización de distintos filtros para la cámara. Inicialmente se utilizó un filtro interferiométrico que sólo deja pasar luz infrarroja de una determinada longitud de onda. Más tarde, buscando el abaratamiento de costes se probó con sencillos filtros de luz roja y led rojo emisor de alta luminosidad obteniéndose también resultados satisfactorios.

Respecto al emulador de teclado se plantea la conveniencia de desarrollar algún algoritmo dinámico de predicción de palabras para mejorar la rapidez de escritura.

Una última idea que puede tener mucho potencial es la implementación de diversos teclados "a medida" de cada usuario o desarrollar un editor de teclados.

### 4 Bibliografía

1. Fukumoto, M., Suenaga, Y., Mase, K.: Finger pointer: Pointing interface by image processing. *Computer & Graphics*, (1994) 663-642.
2. Hoch, M., Fleischmann, G.: Social environment: Towards an intuitive user interface. *3d image and Synthesis*, (1996) 155-160.
3. Isokoski, P.: Text Input Methods for Eye Trackers Using Off-Screen targets. *Proceedings of ETRA'00, Palm Beach Gardens, November 6-8, (2000)*, 15-21.
4. Kirstein, C., Müller, H.: Interaction with a Projection Screen Using a Camera-tracked Laser Pointer. *Proceedings of the 1998 multimedia modeling. IEEE (1998)* 191-192.
5. Koester, H., Levine, S.: Effect of a word prediction feature on user performance, *Augmentative and Alternative Communication*, 12, (1996) 155-168.
6. Lamela, C., García, E., De la Escalera, A., Salochs M.A.: A New Laser Triangulation Processor for Mobile Robot Applications: Preliminary Results. *Proceedings of the IFAC Workshop on Intelligent Components for Vehicles ICV'98 (1998)* 69-74.
7. Lloret, F., Rodas, A.: Aportaciones al Diseño de un Periférico de Entrada Alternativo, Memoria del Proyecto Final de Carrera, Escuela Universitaria de Informática de Valencia. (1997).



# Interacción asistida abstracta: un complemento a la Manipulación directa en problemas de diseño

J. Bravo(\*), M. Ortega(\*), M.A. Redondo, C. Bravo

Grupo CHICO

(\* Universidad de Castilla La Mancha - Spain  
{jbravo,mortega,mredondo,cbravo}@inf-cr.uclm.es

**Resumen.** La facilidad de uso que propone la Manipulación Directa no es adecuada para entornos educativos debido a que el alumno no se inmiscuye en los conceptos que debe aprender. En este trabajo se presenta un entorno de enseñanza para la automatización de viviendas y edificios (Domótica). El alumno se involucra en los conceptos del dominio mediante un tipo de interacción abstracta. Este primer paso le proporciona el conocimiento suficiente para abordar con mayor flexibilidad, el diseño del escenario a simular mediante el paradigma de Manipulación Directa.

## 1. Introducción

Las herramientas software de los últimos años se han beneficiado de la bondad de las interfaces gráficas. En ellas se proponen mecanismos de interacción más cercanos al usuario que los tradicionales lenguajes de comandos. La Manipulación Directa surgió como paradigma de interacción y en ella el usuario manipula los objetos, representados mediante iconos, con la ayuda de un dispositivo apuntador [17][18]. Las ventajas son evidentes: el usuario maneja los objetos mediante acciones rápidas, reversibles, incrementables y no necesita memorización sintáctica. Así pues, atrae al usuario por su facilidad de uso.

No obstante algunos autores sostienen que las interfaces de fácil manejo no son efectivas en los entornos educativos. Svedensen [20] argumenta que para la educación son más efectivas las interfaces basadas en comandos que los de manipulación directa. Holst [9] sostiene que la forma en la que el alumno manipula los objetos en la pantalla distrae la atención de los conceptos que debe aprender. El esfuerzo de la manipulación es beneficioso para el alumno debido a que induce a los mecanismos para adquirir el conocimiento, comportamiento y estrategias que necesita para resolver problemas. Golightly [6] propone la manipulación indirecta más adecuada para los entornos educativos debido a que involucra al alumno en conceptos del propio dominio.

Otros investigadores aportan nuevas ideas para utilizar adecuadamente la Manipulación Directa en entornos educativos. Sedighian [14][15], propone la Manipulación Directa de Conceptos (Direct Concept Manipulation, DCM) en la que el alumno manipula conceptos del dominio mediante los mecanismos de interacción adecuados. Por ejemplo propone un entorno de aprendizaje de Geometría en el que

los aprendices deben colocar correctamente las piezas de un puzzle sirviéndose de las operaciones de traslación, rotación y reflexión. La DCM se apoya en ventanas auxiliares que permiten manipular datos extras (ángulo de rotación, centro de rotación, etc.). De esta manera se consigue comprometer al alumno con los conceptos que debe aprender. Otro argumento más de Sedighian consiste en la Manipulación Directa Reflexiva de Conceptos (Reflective Direct Concept Manipulation, RDCM) que supone un paso más allá de la DCM pero esta vez dividiendo en niveles de complejidad (scaffolding) los conceptos que el alumno debe manejar. Por último Sedighian argumenta que el fácil manejo de la interfaz no es el criterio más importante, que las representaciones explícitas benefician el aprendizaje y la reflexión facilita dicho proceso junto con la interacción progresiva de conceptos[16].

El problema de la manipulación directa en entornos educativos se complica cuando se tratan dominios complejos. Algunos autores proponen mecanismos como son la colaboración, el uso de biblioteca de casos y la creación de modelos de tal manera que "Complex Problem Solving + Reflection = Learning" [8]. Otros [12] [13] optan por adaptar la interfaz a las actividades educativas. Para ello se basan en los beneficios que proporciona el modelado[1]. Grosslight [7], identifica tres niveles en ese proceso. El primero es una simple copia de la realidad, en el segundo el alumno determina los aspectos importantes de esa realidad y en el tercero detalla dichos aspectos. De igual manera que los científicos modelan para entender el comportamiento de sistemas complejos [11], los aprendices se pueden beneficiar de la creación de modelos [10]. También es necesario que los alumnos reciban ayuda en la elaboración de sus modelos, seleccionando objetos de entre un conjunto de ellos y definiendo sus características (datos para sus variables) y relaciones (comportamiento).

En este trabajo se propone un entorno de enseñanza para la automatización integral de viviendas y edificios (Domótica) y como complemento a la Manipulación Directa y construcción del modelo se propone un paso intermedio a la solución del problema del diseño del escenario a simular. En el siguiente apartado se hace un breve recorrido por el dominio del estudio para pasar después al entorno de enseñanza compuesto de Simulador y Editor de Planes. Por último se describe la correspondencia entre ambas herramientas.

## **2. El caso de estudio: la Domótica**

La automatización integral de viviendas y edificios (Domótica a Home Automation), tiene como objetivo la puesta en marcha de servicios en el hogar, de manera totalmente automatizada, que liberan al hombre de labores tales como el control sobre el confort térmico, la luminosidad, la seguridad y el control energético.

En Domótica podemos hablar de tres tipos de objetos:

- a) Receptores o Sensores.- Reciben información del exterior o del usuario que interactúa con él.
- b) Actuadores.- Reciben órdenes para su activación o desactivación.
- c) Sistemas.- Son los intermediarios entre Receptores y Actuadores. Reciben la información de los Receptores y activan o inhiben a los Actuadores según rangos de valores establecidos.

Estos tres elementos forman un núcleo computacional autónomo que puede liberar a la computadora de las labores de control. De esta manera podemos ver la Domótica como un ambiente con propiedades características de la Computación Ubicua.

Entre los sistemas más comunes en una vivienda automatizada podemos hablar de Confort Térmico que utiliza los siguientes elementos:

- 1) Radiador o Aire Acondicionado.- Son los Actuadores
- 2) Termostato.- Con la doble misión de receptor (termómetro incorporado), y Sistema de control de temperatura.

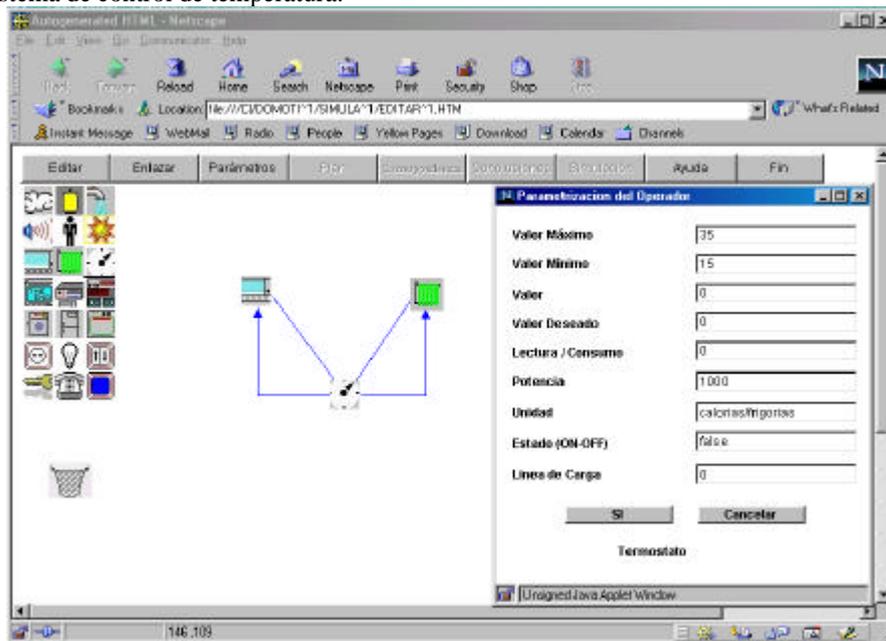


Fig. 1.- El Sistema de Control Térmico

En la figura 1 se puede apreciar el diseño del escenario a simular correspondiente al Sistema de Confort Térmico. En él se observan el Termostato (Sistema y a la vez receptor), y Radiador y A.Acondicionado como actuadores. Los enlaces son dirigidos y parten del Termostato hacia los actuadores. Se aprecia también una ventana de parametrización del termostato para la toma de valores apropiados según las preferencias del usuario. Otros tipos de sistemas como son la Luminosidad, el Sistema de Seguridad y el Control Energético.

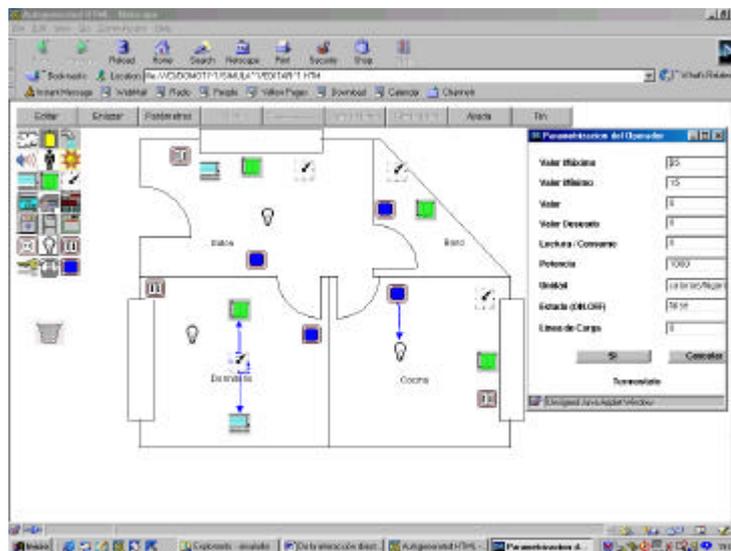
### 3. El Entorno de enseñanza DOMOSIM-TP

DOMOSIM-TP consta de un Entorno de Diseño y Simulación domóticos como se muestra en la figura 2, en la que se pueden apreciar elementos convencionales como son la barra de menú, la barra de herramientas, ventanas de diálogo y el formulario

donde se diseñará el escenario a simular, en él se sitúa el fondo de la vivienda según el problema a tratar.

Para estructurar la manipulación de los diferentes objetos podemos hacer referencia a las cuestiones reflejadas en la tabla 1. En ella se incluyen las características de los objetos y las acciones para manipularlos.

Objetos	Acciones sobre los objetos
Representación visual(Icono)	Seleccionar y Arrastrar (Inserción)
Propiedades (Estado)	Parametrización (Del objeto y del entorno)
Situación (En el entorno elegido, plano de la vivienda a estudio)	Relación (Comportamiento)
Relación con los demás objetos (Compatibilidad)	Verificación (Simulación)



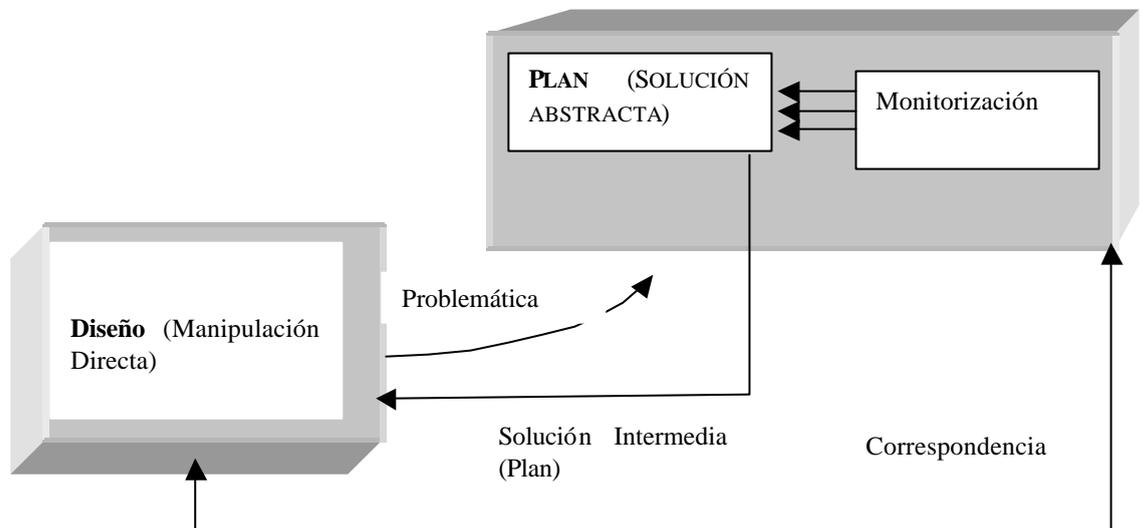
**Fig. 2.-** Interfaz de usuario del simulador (Diseño del Confort Térmico y la Luminosidad en un apartamento)

### 3.1 La planificación del diseño (Editor de Planes)

La introducción de lenguajes intermedios con el objetivo de encontrar soluciones a problemas propuestos las podemos encontrar en los trabajos de Soloway y Bonar[19]

[2]. Estos autores plantean sendos tutores para el aprendizaje de la programación. La teoría subyacente en estos lenguajes intermedios (esquemas de resolución de problemas), es la Psicología Cognitiva que expresa que estas unidades de información esquemática y de organización mental son vitales a la hora de leer o escribir historias. Esta aproximación se basa en la suposición de que no solo sea importante la solución alcanzada, sino el camino que se recorre hasta llegar al producto final [5]. Propone un cambio en el aprendizaje ("learning by doing" frente al "learning while doing")

El Editor de Planes de DOMOSIM-TP, permite al alumno de manera asistida lograr una solución intermedia (abstracta) a su problema de diseño. Esta solución es el Plan para cada problema a estudio. El asistente, mediante la comparación con los planes del experto, conduce al alumno en todo momento para conseguir una primera aproximación a la solución que le permitirá afrontar la solución final con más garantías de éxito [3][4]. Todo esto queda representado de manera gráfica en la figura 3.



**Fig 3.-** Propuesta de resolución intermedia (Plan del alumno, interacción asistida)

Podemos describir las acciones de diseño abstractas frente al ambiente de Manipulación Directa con la siguiente tabla comparativa (Tabla 2). Tal y como se puede apreciar la solución abstracta (Plan del Alumno) es más simple que la solución de diseño. Esto es debido a que las instrucciones del Plan no deben especificar características de los objetos (valores de las variables), características del entorno que envuelve al problema (valores de las variables externas), posición y número de elementos a insertar, acciones de enlace que no especifican de donde debe partir el mismo, etc. Es decir, la consecución del plan del alumno, con la ayuda que le ofrece

<b>Diseño (Manipulación Directa)</b>	<b>Plan (Interacción Asistida)</b>
Seleccionar Fondo	Elegir Fondo
Pulsar Parámetros	Grado de Electrificación
Elegir G. Electrificación	Editar Termostato
Asignar líneas de Carga	Editar Radiador
Distribuir Potencia	Editar A.Acondicionado
Pulsar Edición	Enlazar Radiador
Seleccionar Termostato	Enlazar A.Acondicionado
INSERTAR TERMOSTATO EN (X,Y)	Parametrizar Termostato
Seleccionar Radiador	Asignar Temperatura Exterior
Insertar Radiador A en (x',y')	Finalizar Plan
Seleccionar Radiador	
Insertar Radiador B en (x'',y'')	
Seleccionar A. Acondicionado	
Insertar A.Acondicionado en (x''',y''')	
Pulsar Enlace	
Clic en Termostato – Radiador	
Clic en Termostato– A. Acondicionado	
Doble Clic en Termostato	
Asignar 20 en Valor Deseable	
Doble clic en Radiador A	
Asignar potencia	
Doble clic en Radiador B	
Asignar potencia	
Doble clic en A Acondicionado	
Asignar potencia	
Asignar Temperatura Exterior	
Pulsar Simulación	

**Tabla 2.-** Comparación entre las acciones de diseño (Manipulación Directa) y el Plan del alumno (Interacción Asistida)

el sistema y con la memoria de casos que posee, permite al alumno implicarse en los conceptos del dominio. Tales conceptos propician que conozca los objetos del dominio, sus características y relaciones. Así, una vez concluido éste, puede hacer uso del simulador mediante Manipulación Directa, para diseñar el escenario de simulación.

El problema planificado y diseñado en la tabla 2 es relativamente sencillo debido a que solo contempla un área de gestión o sistema, en una zona de la vivienda. El problema de diseño se complica cuando se tratan todos los sistemas en todas las zonas de una vivienda convencional.

Las acciones básicas de diseño (Fig. 4), se disponen en el primer menú (Plan General de Actuación) de tal manera que la monitorización del alumno pasa porque este cumplimente todas las acciones de este plan general, en el orden correcto, según el problema a estudio. Estas acciones del plan general tienen como argumentos las áreas de gestión (Confort, Luminosidad, Seguridad o Control Energético) que se

disponen en un submenú adyacente. Acto seguido, en el siguiente submenú, se disponen las diferentes zonas de la vivienda y para concluir, en el último, se disponen los objetos domóticos que se instalarán.

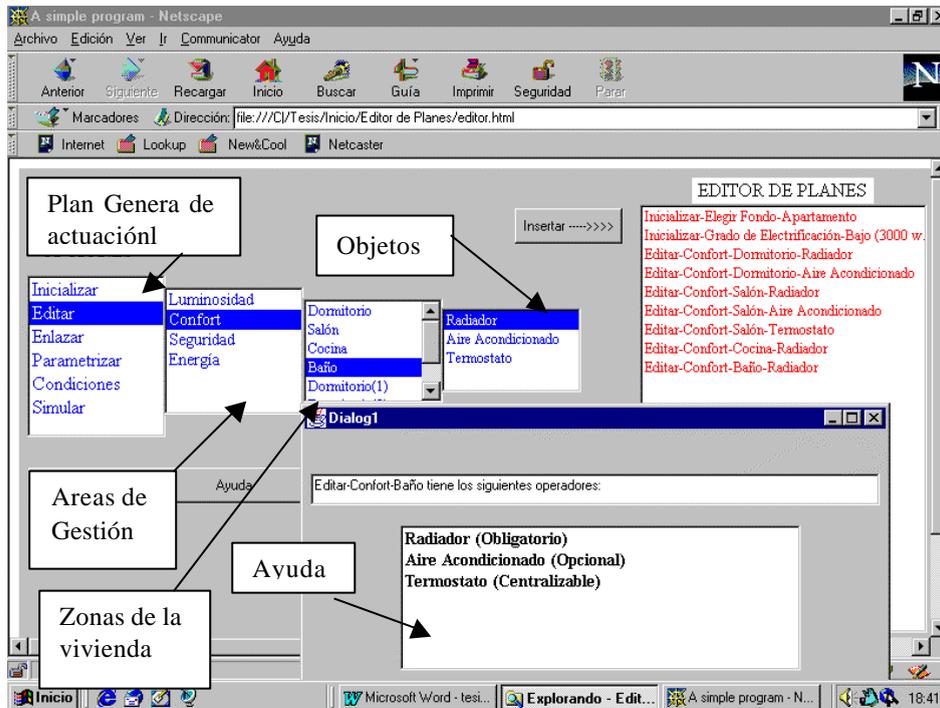


Fig 4.- Editor de Planes y dos puntos en la interacción (ayuda y consejo)

Una vez que el alumno concluye el Plan, el sistema le ofrece a modo de traza, un resumen de aquellas acciones erróneas para que puede incidir sobre ellas y reforzar su conocimiento (Fig. 5).

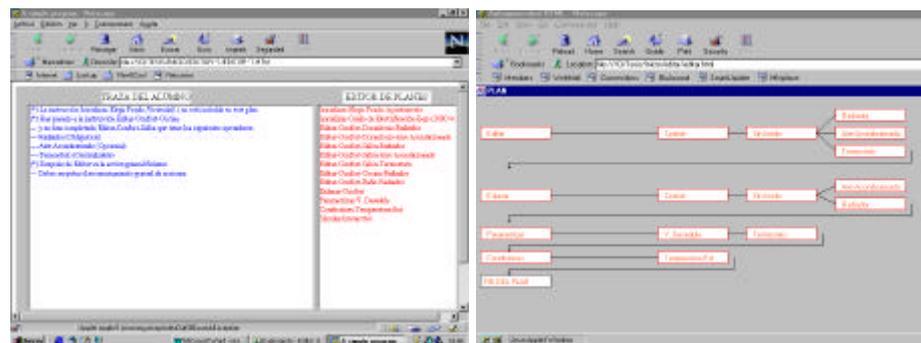


Fig. 5.- (a) Traza del plan, (b) Esquema

De igual manera a modo de esquema, el sistema le presenta su plan que le será útil para analizarlo cuando esté frente al simulador en la fase de diseño.

### **3.2 Correspondencia entre el diseño y el plan**

De las acciones abstractas de diseño que componen el plan del alumno y las acciones propias de diseño, el sistema hace posible la correlación, de tal manera que una acción del plan corresponde a varias del diseño. De esta manera y, a modo de conclusiones, presenta al alumno aquellas discordancias entre el plan y el diseño.

La correspondencia da lugar al control sobre lo siguiente:

1. Acciones de diseño que no se han planificado.
2. Acciones del planificador que no se han diseñado.
3. Repetición de acciones planificadas (pueden ser posibles pero hay que advertir cuando se produzcan).
4. Secuenciamiento de acciones:
  - ✓ Respetar el secuenciamiento de acciones del Plan General de Actuación.
  - ✓ Respetar la completitud de los niveles (áreas de gestión y zonas de la vivienda), una vez comenzados y no concluidos.

En la figura 6 se puede observar el modo de funcionamiento del entorno Domosim-TP. El alumno comienza por la elección de un problema de entre tres niveles de complejidad existentes, para después resolver su plan. El Editor de planes, una vez concluido éste, le ofrecerá la traza del plan. Posteriormente el alumno podrá resolver su problema de diseño. Una vez terminado el sistema le ofrecerá a modo de conclusiones aquellas discrepancias entre lo planificado y lo diseñado. Acto seguido el alumno puede volver a replantear el plan.

Todos los datos del sistema son recogidos en una base de datos. Entre ellos cabe mencionar los planes del experto y del alumno, los niveles instruccionales, las trazas del plan y del diseño, identificación del alumno, la correspondencia, etc. El sistema puede ejecutarse a través de Internet y está diseñado íntegramente en Java.

## **4. Evaluación de ambos paradigmas**

Para la evaluación de DOMOSIM-TP se han recogido en la B.D. las experiencias de varios alumnos. Así existen tablas que contienen datos sobre la actuación de los mismos frente a las dos herramientas, Editor de Planes y Entorno de Simulación.

Los ejercicios que han realizado los alumnos tienen dos vertientes. Por un lado se ha estudiado el impacto de la nueva herramienta, su monitorización y por consiguiente la aceptación de la misma, es decir, la utilización del Editor de Planes frente a la libertad de acción que ofrece el Entorno de Simulación. Los datos referentes a esta prueba quedan reflejados en la Tabla 3. En ella se puede apreciar que un gran porcentaje de alumnos ha concluido su plan de manera satisfactoria, frente a un pequeño porcentaje que no lo ha completado.

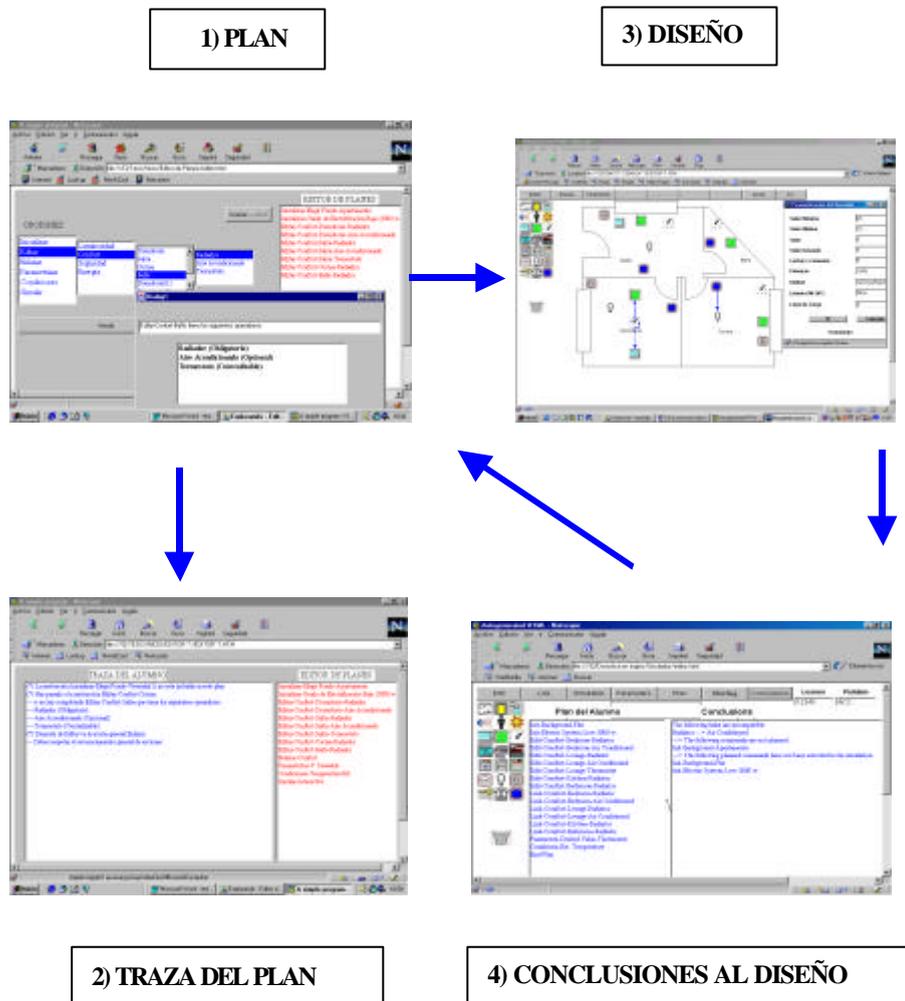


Fig. 6.- Modo de funcionamiento de DOMOSIM-TP

Alumnos	Planes	Planes Completos	Planes Incompletos
82	141	118 (83%)	29 (17%)

Tabla 3.- Aceptación de la nueva herramienta (Interacción Asistida)

El segundo ejercicio trata de probar la efectividad del Editor de Planes frente a la utilización del Entorno de Simulación. Por un lado los alumnos han realizado un primer ejercicio en el Entorno de Simulación sin conocimiento de la herramienta para

planificar su solución. Después han realizado un segundo ejercicio, diferente al primero, pero esta vez utilizando el Editor de Planes previamente. Los resultados obtenidos se reflejan en la tabla 4.

Ejercicios	Alumnos			Entorno de Simulación	E. de Planes + E. De Simulación				
45 (32%)	32 (40%)			18 (40%)	27 (60%)				
Entorno de Simulación (Manipulación Directa)				E. de Planes + Entorno de Simulación (Interacción Asistida)					
Solución Incompleta	Errores de problema	Errores de Secuencia	Errores de Repetición	Solución Incompleta	Errores de Secuencia	Errores de Repetición	Plan y no Sim.	Sim. y no Plan	
15	15	24	19	9	6	2	6	0	

**Tabla 4.-** Efectividad del uso de la nueva herramienta

De ella podemos extraer que el uso del Editor de Planes previo al diseño en el Entorno de Simulación hace disminuir el número de errores a la hora de completar el problema en un 60%, reduce en un 75% los errores en el secuenciamiento de acciones y en un 90% en la repetición de órdenes. Por otro lado frente a los errores cometidos al incluir en nuestro diseño elementos que no corresponden a nuestro problema (Errores de problema = 15) se reduce en un 60% (columnas Plan y no Simulación, Simulación y no Plan, que corresponden a las acciones planificadas y no diseñadas en el Entorno de Simulación y viceversa).

## 5. Conclusiones y futuros trabajos

Por los datos que nos revela la encuesta podemos afirmar que la inclusión del plan del alumno cumple con los objetivos previstos. Por un lado involucra al alumno en los conceptos propios del dominio a estudio. Por otro, le ayuda a resolver su problema complejo en dos etapas, la primera abstracta y por tanto más intuitiva y la segunda de diseño.

El futuro inmediato será la presentación del Domosim-TPC. Este entorno aportará de la colaboración que potenciará el aprendizaje del dominio. Habrá pues dos herramientas colaborativas, el Editor de Planes y el Simulador.

## 6. Bibliografía

- [1] Bliss, J (1994). "Formal Models to Modeling". In H. Mellar et al. (Eds.). Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modeling in the Curriculum. The Falmer Press, Washington, DC.
- [2] Bonar, J. & Cunningham, R.. (1988), "Intelligent Tutoring with Intermediate Representations" ITS-88 Montreal.
- [3] Bravo Rodríguez, J. (1999), "Planificación del diseño en entornos de simulación para el aprendizaje a distancia". Ph. D. Dissertation, Madrid.

- [4] Bravo, J., Ortega, M. & Verdejo, M.F.. (2000). Planning in problem solvin: A case study in Domotics". In Proceeding of Frontiers in Education. Kansas City -USA
- [5] Brown, J.S., (1983), "Process vs product: a pererspective on tools for communal and informal electronic learning", report from "The learning Lab: Education in the electronic age".
- [6] Golightly, D. "Harnessing the Interface Domain Learning"". In CHI'96 Conference Companion.
- [7] Grosslight, L. et al. (1992). "Understanding Models and the Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts". Journal in Research in Science Teaching 28, 9, pp. 799-822.
- [8] Guzdial, M. et al. (1996). "Computer Support for Learning Through Complex Problem Solving". In Communications of the ACM. April-1996. Vol 39, N° 4, 43-45.
- [9] Holst, S.J. "directing Learner Attention With Manipulation Styles" In CHI'96 Conference Companion.
- [10] Jackson, S.L. "The ScienceWare Modeler: A Learner-Centered Tool for Students Building Models". In CHI'95
- [11] Kreutzer, W. (1986). "System Simulation: Programming Styles and Languages". Addison-Wesley, Workingham, England.
- [12] Clayton, L., Rieman, J. & Bell, B. (1991) "Problem-centered design for expressiveness and facility in a graphical programming system". Human-Computer Interaction 6, pp. 319-355.
- [13] Clayton, L et al. (1998). "Adapting User Interface Design Methods to de Design of Educational Activities". In CHI'98.
- [14] Sedighian, K. & Klawe, M. (1997) "An Interface Strategy for Promoting Reflective Cognition in Children". In HCI'97, Bristol, UK.
- [15] Sedighian, K. & Westrom, M. (1997) "Direct Object Manipulation vs. Direct Concept Manipulation: Effect of Interface Style on Reflection and Domanin Learning". In HCI'97, Bristol, UK.
- [16] Sedighian, K., Klawe, M. & Westrom, M. "Role of Interface Manipulation Style in Cognition in Learnware". In Research Alerts of ACM-Interaction. September-October-2000.
- [17] Shneiderman, B. (1997) "Designing the User Interface". Addison Wesley Publishing Company.
- [18] Shneiderman, B. (1993) "Direct Manipulation". In B. Shneiderman (ED.), Sparks of Innovation in Human-Computer Interaction. Ablex Publ., NJ.
- [19] Soloway, E. (1986), " Learning to Program = Learning to Construct Mechanisms and Explanations". Communications of the ACM.
- [20] Svedensen, G.B. (1991) "Influences of Interface Style on Problem Solvin". Internationa Journal of Man-Machine Studies. 35:379-397.



# La metáfora de la biblioteca tradicional para el diseño de una biblioteca digital

G. Muñoz, I. Aedo, P. Díaz

Laboratorio DEI, Departamento de Informática. Universidad Carlos III de Madrid.  
Avda de la Universidad, 30 - 28911 - Leganés (Madrid) España  
{lupe@inf, aedo@ia, pdp@inf}.uc3m.es

**Resumen.** Debido al avance de la tecnología y de Internet, la información ahora es mucho más accesible que hace unos años. Esta accesibilidad es engañosa porque aunque es más fácil que los usuarios obtengan cualquier tipo de información, ya no resulta tan fácil que consiga la información que realmente le interesa. Esto es debido a que esta información no está organizada. El problema de organizar información ha sido considerado a lo largo de la historia por las bibliotecas. Internet podría convertirse en una biblioteca digital si organizara la información como lo está en las bibliotecas tradicionales. En este artículo se presenta VILMA (VIRtual Library with a Multi-layer Architecture), una biblioteca electrónica que por un lado utiliza la metáfora de la biblioteca tradicional para modelar las funcionalidades de las bibliotecas digitales, y por otro, hace uso de la tecnología virtual en tres dimensiones para facilitar el acceso a dicha biblioteca y para poder llevar la metáfora al ámbito de la interacción del usuario.

## 1 Introducción

Actualmente, y debido al avance de la tecnología y de Internet, la información es mucho más accesible que hace unos pocos años. Esta accesibilidad es engañosa porque aunque es más fácil que los usuarios obtengan cualquier tipo de información, ya no resulta tan fácil que consigan la información que realmente les interesa. Esto es debido fundamentalmente a que la información no está organizada, por lo que los usuarios tienen muchos problemas para obtener lo que ellos quieren.

El problema de organizar información ha sido considerado a lo largo de la historia por las bibliotecas. Las bibliotecas son las entidades en las que se han ido almacenando documentos que se consideraban importantes, y que además se han encargado de gestionar el acceso más adecuado en cada momento a dichos documentos.

Las bibliotecas han ido evolucionando para adaptarse a los medios que iban apareciendo en cada momento y al material del que estaban hechos los documentos que gestionaba, de forma que podemos hablar de tres tipos de bibliotecas: las tradicionales, que gestionan documentos físicos como libros, las automatizadas, que gestionan documentos físicos usando algunos mecanismos electrónicos, y las

digitales, que gestionan tanto documentos físicos como electrónicos utilizando mecanismos electrónicos.

Las bibliotecas digitales deben proporcionar los mismos mecanismos que las tradicionales, pero también proporcionar otros nuevos que sean posibles gracias a la tecnología [6]. En opinión de los autores, la mayoría de las actuales bibliotecas electrónicas todavía no proporcionan un acceso adecuado a la información que gestionan porque ni proporcionan los mismos servicios que las tradicionales, ni se aprovechan de las posibilidades de la tecnología.

Internet podría convertirse en una biblioteca digital si se organizara la información como lo está en las bibliotecas tradicionales. De hecho, se ha intentado utilizar algunos de sus mecanismos para intentar solucionar el problema de falta de organización de la información que se encuentra en Internet. Así, aparecen los motores de búsqueda que simulan alguno de dichos mecanismos. También aparecen las llamadas bibliotecas electrónicas o digitales que intentan atajar el problema de Internet utilizando más mecanismos análogos a los de las bibliotecas tradicionales que los mecanismos de búsqueda.

En este artículo se presenta VILMA (VIRtual Library with a Multi-layer Architecture), una biblioteca electrónica que por un lado utiliza la metáfora de la biblioteca tradicional para modelar las funcionalidades de las bibliotecas digitales, y por otro, hace uso de la tecnología virtual en tres dimensiones para facilitar el acceso a dicha biblioteca y para poder llevar la metáfora al ámbito de la interacción del usuario. A continuación se presenta cómo se han desarrollado cada una de estas características en VILMA.

## **2 La metáfora de la biblioteca tradicional en VILMA**

Se ha descrito una biblioteca electrónica como una estructura que proporciona un acceso tanto intelectual como físico a la inmensa y creciente red de información codificada en formatos electrónicos multimedia [3]. La cuestión es cómo hacer llegar a los usuarios, de entre toda esa información que ofrece la biblioteca, aquella que les interesa [5], utilizando el único medio disponible que es la interfaz, ya que cada usuario llegará a la computadora con ideas preconcebidas basadas en sus experiencias personales, estudios y cultura [2]. El hecho de que los usuarios estén acostumbrados a usar bibliotecas físicas para obtener información ha llevado a varios autores ([10], [4], [12]) a proponer el uso de la metáfora de la biblioteca tradicional para las bibliotecas electrónicas, ya que una interfaz que use como metáfora dicha biblioteca será familiar, facilitando su manipulación.

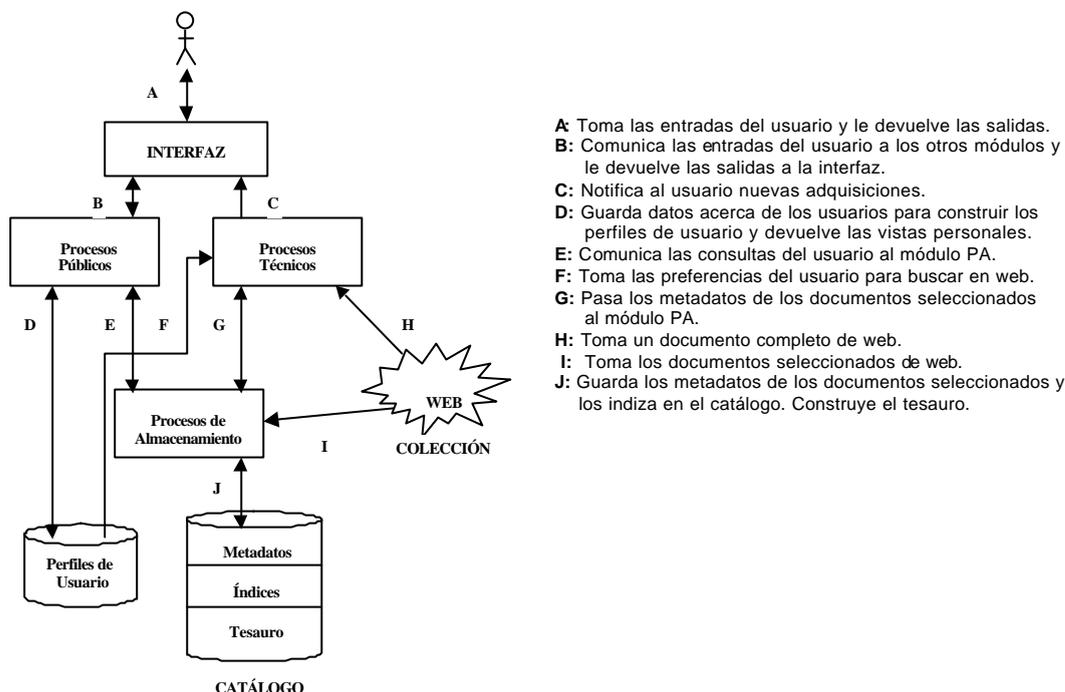
De acuerdo con [11], hay tres elementos principales en una biblioteca tradicional: entidades de información, metadatos y procesos. Una entidad de información es cada uno de los objetos que almacena la biblioteca (individual o múltiple siempre y cuando sea una unidad de información) que proporciona información completa sobre algo. Los metadatos son información sobre las entidades de información de la biblioteca y cómo pueden ser accedidos a través de índices, y deben identificar unívocamente a cada una de las entidades de información. Además estos metadatos se organizan para formar el tesauro, de forma que se facilite su acceso. El conjunto de

los índices, metadatos y tesauro forma el catálogo de la biblioteca. Los procesos son todas las acciones que se realizan sobre las entidades de información y sobre los metadatos de la biblioteca.

## **2.1 VILMA**

VILMA intenta integrar estos tres elementos, entidades de información, metadatos y procesos, para bibliotecas electrónicas sin perder modularidad, flexibilidad y escalabilidad. La figura 1 muestra una vista general de VILMA, que se explica brevemente a continuación. Consta de tres módulos principales que se llaman "Procesos Públicos" (PP), compuesto de aquellos procesos que interactúan directamente con el usuario, como subscripción, identificación, consulta casual, búsqueda, personalización, consulta experta y movimiento, "Procesos Técnicos" (PT), compuesto de aquellos procesos que gestionan la colección, como la selección de documentos, adquisición, clasificación y catalogación, indización y mantenimiento, y "Procesos de Almacenamiento" (PA), a cargo de la comunicación entre los módulos PP y PT y el catálogo. Estos módulos se comunican entre sí para proporcionar la funcionalidad de la biblioteca como sigue.

La colección de VILMA, es decir, las entidades de información, se obtienen de web, y permanecen en web. El módulo PT selecciona documentos de web basándose en la clasificación de la biblioteca y en las preferencias de los usuarios (flecha F) y los adquirirá para incluirlos en la biblioteca (flecha H). Cuando se adquiere un documento, se clasifica y se cataloga, es decir, se obtienen sus metadatos, y es indizado en el catálogo a través del módulo PA (flechas G y J). Este módulo también está a cargo del mantenimiento del catálogo, es decir, de mantener los metadatos de la colección actualizados, y de notificar nuevas adquisiciones a los usuarios (flecha C). El módulo PP se encarga de todos los procesos relacionados con el usuario. Obtendrá toda la información sobre cada usuario (flechas A y B) para guardarla en los perfiles de usuario, y para permitirles personalizar su propia vista de la biblioteca a través de las flechas D, B y A. También tomará las consultas de búsqueda de los usuarios y se las pasará (flecha E) al módulo PA para que encuentre la información requerida del catálogo (flecha J). A través de la flecha I, el módulo PA podrá mostrar un documento completo cuando un usuario lo requiera. A continuación se explica brevemente de qué se encarga cada módulo.



**Figura 1. Vista general de VILMA**

#### *Procesos Públicos*

Este módulo se encarga de aquellos procesos que interactúan con el usuario: suscripción, identificación, consulta (analítica, experta y casual), y personalización. Cuando un usuario llega a la biblioteca, puede suscribirse dando información personal y preferencias. Una vez que el usuario pertenece a la biblioteca bastará con que se identifique para poder utilizar el resto de los servicios, como consultar los documentos en las estanterías, leerlos, realizar búsquedas en el catálogo, consultar al bibliotecario, o personalizar su propia vista de la biblioteca.

#### *Procesos Técnicos*

Este módulo se encarga de todos los procesos técnicos, que básicamente son: selección de documentos, adquisición, clasificación y catalogación, indización, mantenimiento y notificación.

- Selección y Adquisición: Todos los documentos que pertenecen al prototipo VILMA deben cumplir tres requisitos basados en la naturaleza de la propia biblioteca: 1) El "mercado" de esta biblioteca es World Wide Web, de forma que deben estar localizados en algún sitio web; 2) El sistema de metadatos que se emplea es el conjunto Dublin Core porque es el más usado para documentos web y por su facilidad de uso e interpretabilidad [9], por lo tanto, los documentos deben contener este tipo de información; y 3) VILMA gestiona documentos sobre informática, y el sistema de clasificación que utiliza es el de 1998 de ACM (con permiso de uso de ACM). Los documentos deberán pertenecer a alguno de los

temas o encabezados de la clasificación de la biblioteca. Por lo tanto, los documentos deben sufrir un proceso de pre-clasificación. Un robot escrito en Java rastrea la web para encontrar documentos que, al cumplir los requisitos anteriores, puedan ser incorporados a la biblioteca.

- **Clasificación y Catalogación:** Un módulo de clasificación de documentos escrito como paquete Java, utiliza una versión simplificada del modelo de Boole extendido para la recuperación de la información. En el modelo de vectores espaciales para la recuperación de la información [13], los documentos se modelan como vectores en un espacio dimensional de muchos cientos de términos. Los términos se obtienen de las palabras y frases del documento, y son "pesados" según su importancia con respecto al documento y el corpus del resto de documentos. El vector que representa a cada documento permite realizar comparaciones en el espacio de vectores de forma que puede utilizarse como herramienta para clasificar el documento con respecto al sistema de clasificación de la biblioteca, o resolver consultas del usuario. En VILMA se utiliza un conjunto de "documentos de entrenamiento", que son documentos clasificados manualmente y asignados al sistema como ejemplos de documentos que pertenecen a cada clasificación. A partir de ellos, el sistema construye vectores de términos representantes de cada una de las clasificaciones. Cuando el sistema encuentra un nuevo documento que ha de ser clasificado, mide la similitud entre el vector del documento y cada uno de los representantes de las clasificaciones. Este modelo se ha usado con éxito en algoritmos para categorización y agrupación de documentos entre otros [7], [1]. Después que se clasifica un documento, un módulo de extracción de metadatos obtiene todos los metadatos que se necesitan para cumplir el conjunto Dublin Core, versión 1.0, que son: Título, Autor, Materia, Descripción, Editor, Colaborador, Fecha, Tipo de Recurso, Formato, Identificador del recurso, Fuente, Idioma, Documentos relacionados, Alcance, Gestión de Derechos; y lo cataloga.
- **Indización:** después de la clasificación y extracción de metadatos del documento, se indizan los metadatos extraídos en los almacenes de datos de la biblioteca para actualizar el tesauro y facilitar el acceso a estos metadatos cuando un usuario realice alguna consulta.
- **Notificación:** cuando se incluye un documento en la biblioteca, un programa de notificación comprueba en los perfiles de usuario qué usuarios estaban interesados en documentos que pertenezcan a la misma clasificación que el incluido para mandarles un aviso de su incorporación.
- **Mantenimiento de la información:** dado que los documentos en VILMA se obtienen de web, un robot también escrito en Java se encarga de comprobar que estos documentos siguen existiendo. En caso negativo se eliminan de la biblioteca, y en caso afirmativo, comprueba que sus metadatos siguen siendo los mismos. Si no lo son, se encarga de actualizarlos. Dado que el período de vida de los documentos web no es fijo, se está realizando un estudio sobre la duración de este período para documentos que utilizan el conjunto de metadatos Dublin Core para proporcionar a este robot el período de comprobación de metadatos más adecuado.

### *Procesos de Almacenamiento*

Este módulo se compone de los almacenamientos de datos para el catálogo de la biblioteca, que guarda los metadatos de todos los documentos que han sido indizados. También se compone de los mecanismos de acceso que permiten realizar consultas en el catálogo. Este catálogo es una base de datos PostgreSQL en un servidor con sistema operativo Linux Debian accediendo a los módulos anteriores por medio de JDBC.

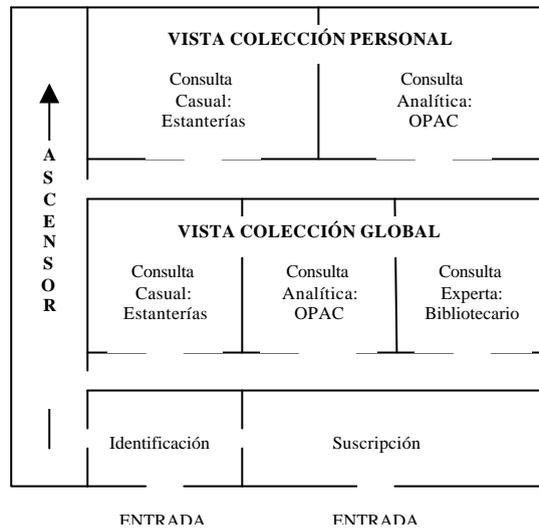
## **2.2 Realidad virtual como interacción en VILMA**

Además, y para incrementar la transparencia de significado hacia el usuario se incluye como elemento básico una interfaz con una representación espacial de los elementos tradicionales de la biblioteca.

Se propone como implementación de esta representación espacial el uso de la tecnología virtual en tres dimensiones. Esta decisión está basada en que algunos experimentos muestran que los usuarios prefieren gráficos tridimensionales en vez de bidimensionales cuando interactúan con la computadora [8].

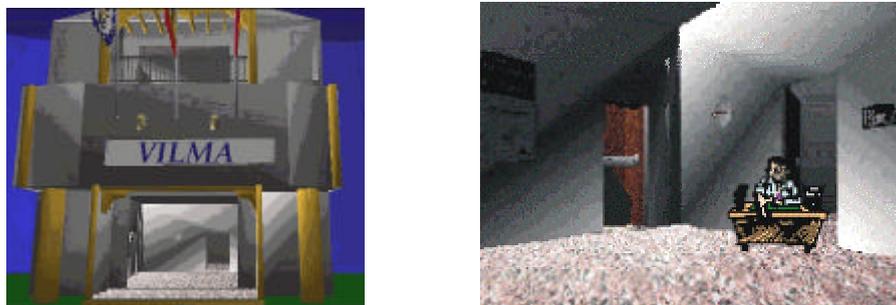
En la interfaz de VILMA, cada sala de la biblioteca se representa gráficamente como un modelo virtual en tres dimensiones. Se ha modelado usando el estándar internacional VRML97 ISO/IEC 14772-1:1997, y "External Authoring Interface (EAI)" para añadir comportamiento externo producido por los procesos escritos en el lenguaje Java de la biblioteca.

La biblioteca se representa como un edificio con tres plantas. La planta baja proporciona los servicios de suscripción e identificación. La primera planta está dedicada a la recuperación de la información en la vista general de la colección, es decir, a las consultas de los documentos de la biblioteca, y a procesos de personalización sobre estos documentos. Estas consultas son de tres tipos: la consulta casual, que consiste en que el usuario pueda ojear los documentos en las estanterías, la consulta analítica, que permite una búsqueda en el catálogo usando mecanismos automatizados, y la consulta experta a través de la cual, el usuario puede realizar consultas al bibliotecario. La tercera planta proporciona la vista personal de la biblioteca al usuario y los mecanismos de consulta analítica y casual, y de personalización sobre estos documentos. Las tres plantas se comunican mediante un ascensor como muestra la figura 2.



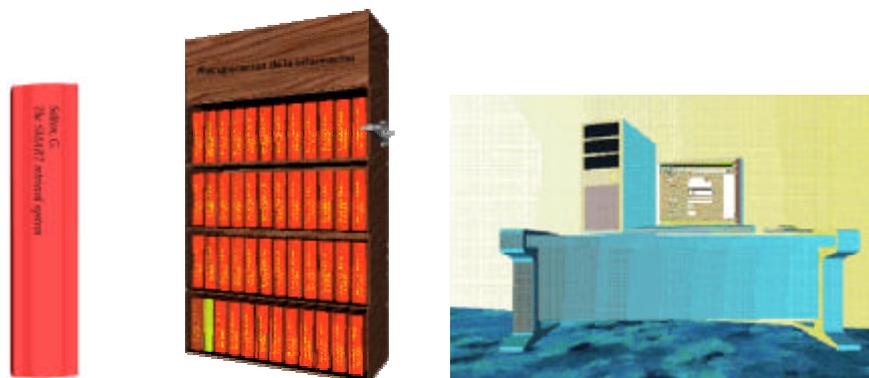
**Figura 2.** Diagrama general del edificio de la biblioteca.

Cuando un usuario llega a la biblioteca, se encuentra con el edificio y su entrada. En la planta baja podrá suscribirse si es que todavía no pertenece a la biblioteca, o bien identificarse una vez suscrito para poder acceder al resto de la biblioteca. Tanto la fachada del edificio como una vista desde el vestíbulo muestra la entrada a la sala de suscripción-identificación y al ascensor en la figura 3.



**Figura 3.** Fachada y planta baja de VILMA.

Una vez identificado podrá acceder a la primera planta a través del ascensor, que es la planta dedicada a la recuperación de la información en la vista general de la biblioteca, es decir, al conjunto global de documentos, o bien a la tercera planta, que es la que se utiliza para la vista personal del usuario. La figura 4 muestra las estanterías que el usuario puede encontrarse en cualquiera de estas plantas. En estas estanterías, cada libro se representa como un libro real, de forma que se organizan espacialmente agrupándolos por temas de la biblioteca. También se muestra el OPAC que el usuario puede utilizar para realizar consultas analíticas.



**Figura 4.** Lomo de un libro con metadatos. Consulta casual (estanterías) y consulta analítica (OPAC)

### 3 Conclusiones

Se ha presentado una biblioteca digital que usa la metáfora de la biblioteca tradicional de dos maneras: implementa los servicios de las bibliotecas tradicionales adaptándolos al medio electrónico en la creencia de la generalidad de dichos servicios, y utiliza una metáfora espacial para los objetos de la interfaz. También utiliza la realidad virtual para permitir una interacción más realista con esta metáfora espacial.

En opinión de los autores, las características anteriores deberían mejorar la gestión de documentos electrónicos en una red de dos maneras. Por una lado, proporciona todos los servicios que son necesarios en la gestión de documentos, y por otro se aprovecha de las ventajas que proporciona el medio electrónico facilitando el acceso a los documentos en varios sentidos, como por ejemplo permitiendo al usuario personalizar sus preferencias y su vista personal de la biblioteca. Además de facilitar la interacción del usuario mediante el uso de la realidad virtual.

El valor hipotético de esta biblioteca se comprobará cuando se termine la construcción del prototipo VILMA a finales de marzo. Entonces se llevará a cabo una evaluación con expertos (bibliotecarios, expertos en Interacción Persona-Ordenador, etc.), y otra con usuarios reales y potenciales. Los resultados de estos dos tipos de evaluación se analizarán para confirmar o refutar la hipótesis de este trabajo. En la evaluación experta, podrán obtenerse valoraciones tanto de la funcionalidad del prototipo VILMA, es decir, de su calidad como sistema informático, como de su facilidad de uso a través de su interfaz. Pero en la evaluación que se lleve a cabo por usuarios reales, las valoraciones que se obtengan serán con referencia a la facilidad y rapidez de la interfaz.

## Referencias

1. Baeza-Yates, R. y Ribeiro-Neto, B.: *Modern Information Retrieval*. Addison-Wesley/ACM Press (1999)
2. Bikson, T.: *Identifying Real Information Needs and Developing Digital Libraries to Meet those Needs*. Actas de Conference on Social Aspects of Digital Libraries. (16-17 Febrero 1996).
3. Birmingham, W.; Drabenstott, K.; Frost, C.; Warner, A. y Wills, K.: *The University of Michigan Digital Library: This is Not Your Father's Library*. Actas de Digital Library 94 Conference (DL'94) Schnase, J. L., Leggett, J. J., Furuta, R. K., Metcalfe, T. (eds.) Texas, EE.UU. (19-21 Junio 1994). 53-59.
4. Bogaerts, W.F. y Agema, K. S.: *Active library on corrosion*. Elsevier Science Publisher BV con National Association of Corrosion Engineers. Amsterdam (1992)
5. Garcia-Molina, H.: *A Strawman Report*. Actas de IITF Digital Libraries Workshop. Virginia, EE.UU. (18-19 Mayo 1995)
6. Gladney, H.; Fox, E.; Ahmed, Z.; Ashany, R.; Belkin, N. y Zemankova, M.: *Digital Libraries: Gross Structure & Requirements*. Actas de Digital Library 94 Conference (DL'94). Schnase, J. L.; Leggett, J. J.; Furuta, R. K.; Metcalfe, T. (eds.) Texas, EE.UU. (19-21 Junio 1994).
7. Jones, K. S. and Willet, P. eds. *Readings in Information Retrieval*. Morgan Kaufmann, (1997)
8. Levy, E.; Zacks, J.; Tversky, B. y Schiano, D.: *Gratuitous Graphics? Putting preferences in perspective*. Actas de ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI96). Bilger, R.; Guest, S. y Tauber, M. J. (eds). Vancouver, British Columbia, Canada. (13-18 Abril 1996).
9. Miller, M.: *Metadata for the masses, Ariadne, the web version*. 5, (Septiembre 1996)
10. Nielsen, J.: *Through hypertext*. Communications of the ACM. 33: 3. (Marzo 1990). 297-310.
11. Nürnberg, P. J., Furuta, R., Leggett, J. J., Marshall, C. C., Shipman III, F. M.: *Digital libraries: issues and architectures*. Actas de "The second annual conference on the theory and practice of digital libraries, Digital Libraries' 95" - Austin, Texas, USA. (11-13 Junio 1995)
12. Pejtersen, A. M.: *New model for multimedia interfaces to online public access catalogues. The electronic library*. 10 : 6 (Diciembre 1992). 359-66.
13. Salton, G.: *The SMART retrieval system - experiments in automatic document processing*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs N.J. (1971)



# Métodos avanzados de presentación de datos

R. Cortázar, M.V. Lainez, J. Oliver

Departamento de Ingeniería del Software. Universidad de Deusto  
Apdo. 1, 48080 Bilbao  
e-mail: cortazar, vlainez, oliver@eside.deusto.es

**Resumen.** El desarrollo y difusión de las interfaces gráficas de usuario en aplicaciones empresariales ha sido espectacular en la última década. Aún así, siempre ha ido con retraso con respecto a la informática doméstica y de entretenimiento. Siguiendo las tendencias en estos ámbitos, durante los próximos años se esperan cambios importantes en la interacción persona-ordenador, debidos a varios factores entre los cuales podemos destacar dos: el primero es el avance técnico e industrial que permite mecanismos más avanzados de interacción con el computador (reconocimiento de voz, integración de la televisión y el ordenador...); el segundo es la necesidad de presentar cantidades cada vez mayores de información de forma rápida, inteligible e intuitiva para usuarios sin formación especializada. Los sistemas informáticos han permitido que la información se encuentre disponible en el lugar y momento oportunos de forma ágil. Sin embargo, hasta el momento su aportación a la gestión de la complejidad de esa información ha sido escasa. En este trabajo se revisan algunas de las diferentes posibilidades de visualización de información disponibles en la actualidad. La revisión ha quedado acotada a las técnicas que se adapten a la visualización de grandes volúmenes de información empresarial, optimizando tanto el trazado en pantalla como la facilidad de uso por parte de un usuario poco adiestrado. Se ha utilizado como referencia principal los modelos que pretenden solventar la problemática planteada en la representación de la información que circula en la web.

**Palabras clave:** Interfaces de usuario, Visualización de información empresarial, Focalización y Contexto, Geometría Hiperbólica, Entornos virtuales 3D.

## 1 Introducción

Este trabajo surgió de la colaboración entre B-kin Software ([www.b-kin.com](http://www.b-kin.com)), que desarrolla y comercializa soluciones de workflow y trabajo en grupo, y nuestro Departamento de Ingeniería del Software, y fue financiado parcialmente por el programa de Cooperación Universidad Empresa del Gobierno Vasco. B-kin Software deseaba utilizar nuevas técnicas de interacción en sus productos como un elemento

más para distinguirse de la competencia. Lo que sigue es un extracto de algunas de las técnicas que se le propusieron.

El extraordinario crecimiento de la cantidad de información disponible en formato digital, en particular en la WWW [1], ha supuesto una revolución en la infraestructura informática de distribución de información y el establecimiento de un área de investigación fructífera: los modelos de visualización aplicables a la web. Sin embargo, los modelos de referencia para la presentación de información empresarial apenas han evolucionado. La guía de estilo de Microsoft [2] sigue marcando el camino al conjunto de la industria y las interfaces de acceso a datos se mantienen muy homogéneas. La innovación está llegando en este momento desde los entornos de entretenimiento (videojuegos y realidad virtual) a la vez que las herramientas para el desarrollo de interfaces gráficas complejas en 3D están evolucionando rápidamente, haciendo estas tecnologías más accesibles.

## 2 Área de estudio y enfoque de la revisión

Gran parte de la información que gestiona una empresa se puede representar mediante redes en las que los nodos corresponden a objetos y los arcos corresponden a las relaciones entre dichos objetos [1]. Pero estas técnicas resultan insuficientes cuando la cantidad de información que se debe visualizar es elevada y las relaciones entre sus elementos son complejas. Se precisan entonces nuevas técnicas que aprovechen al máximo el espacio disponible en los dispositivos de salida, y que permitan mantener, una visión global de la mayor parte de la estructura de información, y simultáneamente una visión detallada de la parte que resulte de mayor interés en cada momento (técnicas de *Focalización* y *Contexto* [3]). Estos han sido los objetivos de esta revisión:

- Documentar las diferentes técnicas de visualización para información empresarial compleja cuya estructura interna sea jerárquica o en red.
- Seleccionar las técnicas que se adapten a la visualización de grandes volúmenes de información, optimizando tanto el trazado en pantalla como la facilidad de uso por parte de un usuario poco adiestrado.
- Utilizar como referencia principal los modelos de representación que pretenden solventar la problemática planteada para la visualización de la información que circula en la web.
- Clasificar las distintas técnicas utilizando como criterio el aspecto dimensional (de 2D hacia 3D) y por tanto, la complejidad de utilización de las interfaces (desde un punto de vista intuitivo).

### 3 Técnicas de Visualización revisadas

En las siguientes secciones se presenta una selección de las técnicas de visualización de información revisadas, que cumplen los criterios anteriormente expuestos. Las técnicas están ordenadas según un criterio de complejidad creciente, complejidad entendida desde el punto de vista del usuario. Así, se describen primero las técnicas 2D y al final las técnicas 3D. Aunque se trate de un criterio subjetivo, creemos que sirve como orientación a la hora de plantearse la incorporación de nuevas técnicas de visualización en aplicaciones tradicionales.

#### SiteMap

Es una aplicación que genera un mapa en dos dimensiones para la visualización de un conjunto de enlaces o de un servidor Web [4]. En base a datos estadísticos y a una indexación, se convierte cada página web en un vector y el conjunto de dichos vectores se utiliza para entrenar una red neuronal, cuya salida es un mapa organizado. Los diferentes temas aparecen en áreas etiquetadas y se determina el tamaño y ubicación de cada área en función de las relaciones entre los temas representados y por su frecuencia de aparición. Los enlaces aparecen representados mediante puntos coloreados. Existen varios servidores web que implementan esta técnica para la visualización de sus enlaces [5].

#### Treemap

Es una solución para la representación de grandes volúmenes de información jerárquica sobre un área plana de tamaño limitado [6, 7]. El árbol se genera mediante la partición recursiva del área de la pantalla en cajas rectangulares. La información de cada nodo se visualiza mediante atributos de dichas cajas, como su tamaño y el color. La navegación a lo largo de las ramas del árbol se lleva a cabo seleccionando los rectángulos verticales; esto hace que se visualice de manera ampliada un nodo y todos sus descendientes.

#### WebSom

Desarrollado por Kohonen *et al* [8], es un método para la visualización, organización y análisis de documentos de texto de cualquier tema mediante el uso de mapas orientados a la exploración y la búsqueda. Esta herramienta está basada en *SOM* (*Self-Organizing Map* o Mapa Auto-organizado), un algoritmo que automáticamente organiza documentos sobre una rejilla bidimensional, de manera que los que están relacionados se representan cerca unos de otros; permite la visualización e interpretación de voluminosos conjuntos de datos multi-dimensionales utilizando una red neuronal. Se puede aplicar por ejemplo, a la visualización de resultados financieros o a la monitorización de procesos al representarse las dependencias principales existentes entre los datos del mapa. Dicho mapa consta de una rejilla de

unidades de procesamiento o “neuronas”. Simultáneamente los modelos quedan ordenados en la rejilla de modo que los modelos similares están cercanos y los no similares quedan alejados unos de otros. La densidad o tendencia de agrupamiento se visualiza mediante el uso del color: el amarillo representa áreas pobladas y el rojo áreas vacías.

### La Geometría Hiperbólica

Esta técnica de representación se basa en el trazado de grafos dirigidos que pueden llegar a ser de gran tamaño basándose en nodos y enlaces en un espacio 3D hiperbólico; es decir, se ubican un número elevado de nodos ya que la representación se proyecta sobre un hemisferio de una esfera (como una lente de *ojo de pez*). Además, se permite presentar estructuras mucho más grandes de las que se pueden manipular con técnicas tradicionales de representación de grafos, debido a que asumen una cierta naturaleza jerárquica de los datos [9, 10]. La navegación hiperbólica, además, permite una visión de la estructura siguiendo la técnica de *Focalización y Contexto* [3], con un mínimo de sobrecarga visual. Se ha documentado el trazado de jerarquías de cerca de 20.000 nodos, permitiéndose la navegación a través de gráficos excesivamente grandes como para presentarlos completos gracias a que el usuario puede explícitamente podar o expandir ramas de un árbol (Fig. 1). Además, proporciona una representación muy adecuada de grafos dirigidos que contienen ciclos.

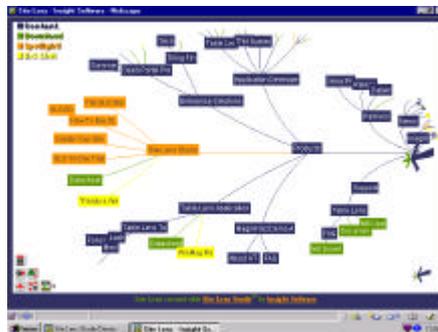


Fig. 1. Arbol Hiperbólico: contenido del servidor de Inxight Software

### Web Squirrel

*Web Squirrel* es una herramienta para la monitorización y visualización de recursos electrónicos, en particular direcciones de correo electrónico y enlaces Web. Esta herramienta utiliza como metáfora la creación de *granjas de información* [11] que son

espacios donde se almacena, cultiva, organiza y cosecha información. En concreto la visualización es un espacio tridimensional.

### **MineSet**

Es un producto comercial de Silicon Graphics orientado a la visualización y DataMining [12]. Combina un conjunto potente de herramientas integradas e interactivas que permiten el acceso y transformación de datos, la extracción de datos analítica y visual y por tanto, un modelo para la gestión del conocimiento. *MineSet* contempla diferentes mecanismos de representación de información a los que denomina *visualizadores*. Implementa *Visualizadores de Árboles*, de *Tablas de Decisión*, de *Mapas*, de *Evidencias*, de *Dispersión* y de *Glóbulos (splats)*. El *visualizador de árboles* proporciona una representación en forma de *paisaje tridimensional*, donde los datos se agrupan en bloques jerárquicos (nodos) y barras a través de las cuales se puede navegar dinámicamente, visualizando una parte o el conjunto de datos completo.

El *visualizador de tablas de decisión* presenta correlaciones entre pares de atributos. La estructura de datos que subyace en esta visualización es un árbol de decisión en el que los niveles de la jerarquía quedan divididos en función de un atributo. Mediante esta representación se pierde precisión pero aporta la ventaja de disponer de una estructura tabular uniforme y compacta en la que se pueden ilustrar con facilidad correlaciones entre pares de atributos en niveles adyacentes del árbol.

El *visualizador de mapas* muestra la información en un paisaje tridimensional en el que se ubican barras que representan datos geográficos cuantitativos y relacionados. Se puede navegar por dicho paisaje realizando operaciones de zoom, rotaciones, etc. e incluso utilizar una animación que permite mostrar los cambios en la información si se varían una o dos dimensiones.

El *visualizador de evidencias* ayuda a comprender la importancia de determinados valores de atributos utilizados en una clasificación de un conjunto de datos, así como valorar cómo se ha realizado dicha clasificación. En la representación gráfica se utilizan tartas o barras que representan a cada atributo utilizado para la clasificación.

El *visualizador de dispersión* permite analizar de forma visual las relaciones entre distintas variables, ya sea estática o dinámicamente mediante animación. Es particularmente útil para visualizar puntos de datos individuales siempre que no exista un número excesivo de registros a visualizar.

El *visualizador de glóbulos* permite analizar visualmente las relaciones existentes entre diferentes variables, estáticamente o mediante animación. Está especialmente diseñado para su uso en aplicaciones con un número elevado de registros. El análisis de los datos se realiza utilizando un paisaje tridimensional, una animación que permite movimientos en 2D y un conjunto de objetos gráficos, llamados *glóbulos (splats)*, que representan conjuntos de puntos de datos.

### Visualizadores de Información de XEROX Parc

Xerox Parc posee un grupo de investigación cuyos desarrollos desde 1996 se comercializan a través de Inxight Software Inc., una compañía específicamente dedicada a ofrecer soluciones para las interfaces de usuario complejas [13, 14]. El resultado de estas investigaciones es un conjunto de técnicas de visualización para información lineal, matricial, jerárquica y de documentos. Los *Arboles Cónicos* [15] utilizan un método de representación 3D animado para hacer más eficiente el uso del área de visualización disponible, además de permitir mostrar toda la estructura de datos a representar. La textura de los conos es ligeramente transparente para permitir la visualización de todos los nodos, incluso aquellos que son tapados por otro nodo o cono. Los nodos se seleccionan con el ratón y cuando esto ocurre el *Árbol Cónico* rota y el nodo seleccionado con todo el conjunto de nodos relacionados con él parpadean. Mientras que los *Árboles Cónicos* se utilizan para representar información jerárquica, el *Muro en Perspectiva* [16] representa la información estructurada linealmente en un espacio 3D, representándose el foco de interés en el primer plano y el resto de la información en posiciones más alejadas.

La *Lupa de Tabla* [17] es una técnica de visualización para tablas voluminosas que, uniendo representaciones gráficas y simbólicas en una única vista manipulable de *Focalización y Contexto*, y suministrando un pequeño conjunto de operaciones interactivas (p.e. búsqueda), facilita la navegación a través de un gran espacio de datos, aislando y permitiendo el análisis de las tendencias más interesantes.

La *Lupa de Documento* [18] visualiza en detalle una sección del contenido mientras mantiene todo el documento en pantalla para guardar el contexto del mismo. Se utilizan lentes rectangulares con lados elásticos que dan la sensación de pirámide truncada. Los lados de la pirámide contienen las porciones del documento no visibles en el área rectangular.

### HotSauce Fly Through

*HotSauce* de Apple Computer es un sistema de navegación de información en 3D que permite la exploración tanto de los contenidos de un servidor Web como de un ordenador de sobremesa [19]. Implementa una interfaz tridimensional que mejora ostensiblemente la navegación mediante la presentación al usuario de la estructura de los contenidos Web. Esta visualización se basa en la representación de un conjunto de nodos flotantes, y utilizando el ratón se puede *volar* en este espacio tridimensional, navegando rápidamente a través de las ramas de una estructura arborescente.

### WebBook y WebForager

El *LibroWeb* y el *Buscador Web* [20] son dos herramientas para navegación web basadas en el concepto de *espacio de trabajo*. El *LibroWeb* es un libro interactivo 3D de páginas HTML (Fig. 2) que permite agruparlas y manipularlas como una unidad. Los enlaces de cada página se codifican con un color; así se puede fácilmente apreciar la referencia a otra página en el mismo libro (enlaces rojos) y una referencia fuera del

libro (enlaces azules). Si se elige un enlace rojo se van pasando páginas del mismo *LibroWeb* hasta llegar a la deseada. Si se elige un enlace azul se cierra el *LibroWeb* actual y se busca la página en otro libro. Si el nuevo *LibroWeb* está en la *estantería*, se abre en la página deseada. En caso contrario, se activa el *Buscador Web*, que se encarga de la búsqueda.



Fig. 2. Libro Web

### Visualización en Entornos Virtuales 3D

El planteamiento inicial de estos proyectos es similar: ¿por qué se pierde los usuarios navegando en Internet? Porque la Web aparentemente no tiene límites, su estructura es irregular y es excesivamente grande para poder ser abarcada como un todo [21].

Una propuesta es la de Teruhiko *et al* que presentan un método de visualización de información adaptativo para la Web, basado en los múltiples puntos de vista o perspectivas de un usuario [22]. Así, señalan que una representación visual debe permitir percibir relaciones como la jerarquía o la importancia relativa de los elementos de información visualizados y que es de interés que sea flexible y adecuada a los intereses de una diversidad de usuarios. Sin embargo, las visualizaciones clásicas proporcionan representaciones geométricas fijas donde no se permiten cambios en la estructura. Proponen dos interfaces gráficas integradas: *CVI* (Crystal View Interface) y *RF-Cone* (Relationship-Focused Cone). *CVI* es la interfaz que permite la selección interactiva de la perspectiva de interés para un usuario. Para ello, filtra los elementos que se van a representar basándose en el emparejamiento de palabras clave. De acuerdo con la perspectiva elegida, *RF-Cone* organiza de manera adaptativa la representación 3D de los nodos, de modo que se puedan comprender tanto las relaciones semánticas como estructurales del Web y recuperar la información deseada.

Otra propuesta es *VR-VIBE* [23] que permite la visualización 3D multi-usuario de una colección de documentos o referencias a documentos. Dicha visualización se estructura utilizando un marco espacial tridimensional de palabras clave denominadas *puntos de interés* (POI). La posición en el espacio del icono de un documento indica la relación de éste con los distintos POI, donde la relación se estima en términos de similitud temática. El grado de relevancia de un documento se visualiza utilizando el tamaño y brillo del icono que lo representa. *VR-VIBE*, además, es una

implementación de lo que se conoce por *Populated Information Terrains* (PIT) [24]. *VR-VIBE* está implementado usando DIVE [25] y ha sido la base de posteriores investigaciones en las que se han analizado nuevas posibilidades de uso, como por ejemplo *Subjective VR-VIBE* [26], que utiliza un entorno que permite la generación de diferentes visualizaciones para cada usuario, separando explícitamente la información subjetiva (preferencia de cada usuario) de la objetiva (contenidos a representar).

Por otra parte, *WWW3D* es un navegador Web que proporciona una visualización 3D que integra la representación de documentos Web con información estructural de la sección de la red que se está explorando más la información histórica de los enlaces que se han recorrido previamente [27, 28]. Soporta múltiples usuarios concurrentes que pueden estar navegando en las mismas o distintas zonas de la red. Está implementado en DIVE [25]. Un documento se representa mediante una esfera etiquetada con el título del documento. Su contenido se ubica en la superficie interna de la esfera en forma de iconos que muestran unas pocas palabras indicadoras del contenido. Los enlaces a otros documentos se representan mediante iconos etiquetados con el nombre del destino. Para reducir la complejidad visual del entorno virtual, un documento se visualizará como una esfera opaca, cuyo contenido no es visible. Sólo cuando un usuario entre dentro de la esfera, se harán presentes los contenidos del misma (Fig. 3).

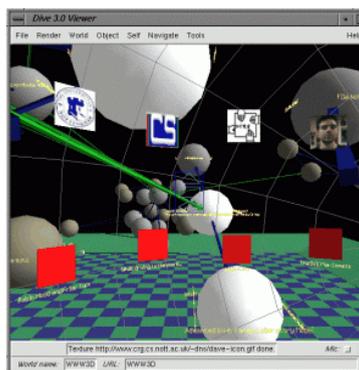


Fig. 3. WWW3.

## 4 Conclusión

A partir análisis de los métodos de visualización revisados, se recomendó a B-kin Software el uso de técnicas de focalización y contexto, y en una etapa posterior, la utilización de técnicas de visualización 3D, condicionando todo ello a una evaluación previa de la facilidad de uso y eficiencia de dichas técnicas.

El acceso a la información digital va a ser uno de los retos fundamentales de la informática en los próximos años y las formas de presentación de dicha información al usuario van a determinar en gran medida el éxito de los productos informáticos que

lleven a cabo estas tareas. Para mejorar la obtención y asimilación de la información digital, habrá que conseguir que todos los procesos de interacción resulten más sencillos y eficaces. Se puede mejorar la situación empleando técnicas de visualización de información, como las revisadas en este trabajo, y optimizando el propio diseño de la información en los documentos. Pero el avance no se conseguirá solamente aumentando las capacidades de los sistemas informáticos, sino adaptando éstos a las características y limitaciones de sus usuarios.

## Referencias

1. Eick., S.G., "Aspects of Network Visualization", IEEE Computer Graphics and Applications, 1996, pag. 69-72.
2. Microsoft Corporation, "The Windows Interface: an application design guide", Microsoft Press, 1992.
3. Lamping, J., Rao, R., Pirolli, P., "A Focus+Content Technique based on Hyperbolic Geometry for Viewing Large Hierarchies", Proc. ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Nueva York, Mayo 1995, pag. 401-408.
4. Lin, X., "Map displays for information retrieval", Journal of the American Society for Information Science, 1997, vol. 48, no.1, pag: 40-54.
5. Recursos web sobre SiteMap: <http://lislin.gws.uky.edu/Sitemap/Sitemap.html>; Ejemplo de implementación: Boeing Company (<http://lislin.gws.uky.edu/Sitemap/sm2/boeing.html>).
6. Shneiderman, B., "Tree Visualization with tree-maps: a 2D space filling approach", ACM Transactions on Graphics, 1992, vol. 11, no. 1, pag: 92-99.
7. Johnson, B., Shneiderman, B. "Tree-Maps: A Space-Filling Approach to the Visualization of Hierarchical Information Structures", Proc. 2<sup>nd</sup> International IEEE Visualization Conference, 1991, San Diego, pag: 284-291.
8. Kohonen, T., Kaski, S., Lagus, K., Salojärvi, J., Honkela, J., Paatero, V., Saarela, A.. "Self organization of a massive text document collection". Kohonen Maps, Oja, E. y Kaski, S. Editores, 1999, Elsevier, Amsterdam, pag: 171-182.
9. Munzner, T., Burchard, P., "Visualizing the Structure of the World Wide Web in 3D Hyperbolic Space", Proceedings of the VRML '95 Symposium, 1995, New York, pag: 33-38.
10. Munzner, T., "H3: Laying out Large Directed Graphs in 3D Hyperbolic Space", Proc. IEEE Symposium on Information Visualization, 1997, pag: 2-10.
11. Bernstein, M. "Enactment in Information Farming", Proc. 5<sup>th</sup> ACM Conference on Hypertext (Hypertext'93), 1993, Seattle, WA.
12. Silicon Graphics Inc., MineSet: <http://www.sgi.com/software/mineset/index.html>.
13. Xerox Parc, <http://www.parc.xerox.com/istl/projects/uir/projects>.
14. Inxight Software Inc., dirección web: <http://www.inxight.com/>.
15. Robertson, G., Mackinlay, J., Card, S., "Cone Trees: Animated 3D Visualizations of Hierarchical Information", Proc. ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1991, pag: 189-194.
16. Card, S., Robertson, G., and Mackinlay, J., "The Perspective Wall: Detail and Context Smoothly Integrated", Proc. ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1991.
17. Rao, R., Card, S., "The Table Lens: Merging Graphical and Symbolic Representations in an Interactive Focus + Context Visualization for Tabular Information", Proc. ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1994, Boston, pag: 111-117.
18. Robertson, G., Mackinlay, J., "The Document Lens", Proc. UIST'93 ACM Conference on User Interface Software and Technology, 1993, pag: 101-108.

19. Rubin, R.S., "HotSauce lets users fly through the Web", MacWEEK Gateways, 1996, vol. 10, no. 36.
20. Card, S.K., Robertson, G.C., and York, W., "The WebBook and the Web Forager: An Information Workspace for the World-Wide Web", Proc. ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1996, Vancouver, pag: 111-117.
21. Rezzonico, S., Thalmann, D., "Browsing 3D Bookmarks in BED", Proceedings Online (WebNet'96), 1996, San Francisco, CA, (<http://ligwww.epfl.ch/~rezzoni/BED/bed.html>).
22. Teruhiko, T., Maruyama, M., "Adaptive Information Visualization Based on the User's Multiple Viewpoints - Interactive 3D Visualization of the WWW", Proc. of Information Visualization '97, 1997, pag: 25-28.
23. Benford, S., Snowdon, D., Greenhalgh, C., Inrgam, R., Know, I., Brown, C., "VR-VIBE: a Virtual Environment for Co-operative Information Retrieval", Computer Graphics Forum, (Proc. Eurographics '95), 1995, vol. 14, no.3, pag. 349-360.
24. Benford, S., Snowdon, D., Mariani, J., *Populated Information Terrains: First Steps*, Virtual Reality Apaglications, Academic Press, Earnshaw, Vince & Jones Editores, 1995, pag. 27-39.
25. Carlsson, C, Hagsand, O., "DIVE: a Platform for Multi-User Virtual Environments", Computers and Graphics, 1993, vol. 17, no.6, pag. 663-669.
26. Snowdon, D., Jää-Aro, KM., "A subjective Virtual Environment for Collaborative Information Visualization", Proc. Virtual Reality Universe'97, 1997, Westin Santa Clara Hotel, California, USA.
27. Snowdon, D., Fahlén, L., Stenius, M., "WWW3D: A 3D Multi-User Web Browser", Proc. WebNet'96, 1996, San Francisco, CA, USA.
28. Snowdon, D., Benford, S., Greenhalgh, C., Ingram, R., Brown, C., Fahlen, L., Stenius, M., "A 3D Colaborative Virtual Environment for Web Browsing", Proc. Virtual Reality Universe'97, 1997, Westin Santa Clara Hotel, California, USA.

# Expandiendo el escritorio

T. Baermann<sup>1</sup>, M. Agustí<sup>2</sup>, J. V. Benlloch<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Berlin  
Straße des 17. Juni 135  
10623 Berlin, Germany  
t.baermann@epost.de

<sup>2</sup>Departamento de Informática de Sistemas y Computadores  
Universidad Politécnica de Valencia  
Camino de Vera s/n  
46022 Valencia  
{magusti,jbenlloc}@disca.upv.es

**Resumen.** Inspirado en la conocida metáfora del escritorio, este trabajo tiene como objetivo el diseño e implementación de una interfaz de usuario óptica amigable, en la que colocando objetos reales sobre una pantalla de computador situada horizontalmente, el usuario pueda interactuar con aquél. Se introducen tanto las ideas claves de diseño como la solución final adoptada, basada en técnicas de visión por computador. Las aplicaciones de este tipo de interfaz pueden ser muy diversas, desde las puramente artísticas a otras mucho más académicas, como las que simulan una mesa en una sala de conferencias.

**Palabras clave:** Interfaz Multimedia, Interfaz Adaptable, Realidad Aumentada, Visión por Computador.

## 1 Introducción

La metáfora del escritorio ("*desktop metaphor*") existe desde hace unos 20 años cuando se inventó en el Rank Xerox Palo Alto Research Center y se introdujo en 1981 con el computador "Star" [1][2]. La idea se hizo bastante popular con los computadores Lisa de Apple [3] y finalmente, su uso en los sistemas Windows de Microsoft, la extendió a una gran mayoría de computadores en todo el mundo. Si bien la implementación de esta metáfora ha sufrido una gran metamorfosis desde su aplicación en los computadores Star hasta su uso en las modernas interfaces, las ideas básicas de manipulación directa de objetos, principalmente mediante el teclado o el ratón, apenas han cambiado. Sin embargo, la omnipresencia del computador en la sociedad digital nos hace pensar en planteamientos algo distintos.

Para dotar a la metáfora de una nueva dimensión que, al mismo tiempo, recordara su concepción original, la pantalla se dispondría horizontalmente, de forma que se pudieran depositar sobre ella objetos reales. De ese modo, los objetos tendrían influencia sobre el escritorio virtual del computador. Las aplicaciones de este tipo de interfaz pueden ser muy diversas, desde las puramente artísticas a otras mucho más académicas, como las que simulan una mesa interactiva en una sala de conferencias, donde diferentes recursos (documentos multimedia, secuencias de vídeo, aplicaciones

en ejecución, etc.) podrían intercambiarse entre los participantes. En este contexto, un gráfico que queda tapado por una hoja de papel, podría ser desplazado automáticamente por la interfaz, hasta visualizarse de nuevo por completo.

Imagine una mesa, por ejemplo, en un club, en una sala de espera o simplemente en una cocina. Entonces, cuando usted deja su copa sobre un mantel a cuadros, rojo y blanco, el patrón empieza a moverse. Al principio, los campos próximos a la copa comienzan a retorcerse para luego, uno tras otro, ir perdiendo su forma original hasta formar un efecto lava alrededor de la copa. Se escucha el ritmo de un tambor que aumenta su frecuencia conforme se mueve la copa hacia el centro de la mesa. Cuando se coloca un plato al lado, se producen dos flujos de lava que se mezclan junto a un segundo sonido más grave. Cada nuevo objeto colocado en el escritorio, genera un nuevo sonido mientras el mantel muestra unos colores psicodélicos adecuados.

En este trabajo se presenta un desarrollo experimental de esta concepción de escritorio.

## 2 Interacción

La idea central es que se puedan manipular directamente objetos situados sobre el escritorio, apuntando con el dedo, pasando la mano por encima o marcando determinadas áreas de la pantalla.

En esta línea, diferentes trabajos ([4] [5] [6]) muestran ejemplos de lo que sería un sistema completo de inmersión e interacción hombre-máquina que constituyen la base teórica de otras aproximaciones similares. Sin embargo, nuestro planteamiento es más simple, ya que no se plantea utilizar tabletas virtuales, proyecciones transparentes de barras de iconos y menús, ni otros periféricos usuales en estos sistemas. En su lugar, las manos y unos pocos objetos reales serán los instrumentos a través de los cuales se conducirá la interacción. Pero las ideas fundamentales del paradigma, la exploración y el reconocimiento de gestos y posiciones sí serán empleados.

### 2.1 Elementos de la Interfaz de Usuario

La interfaz de usuario con el escritorio se realiza a través del uso de objetos y zonas. Respecto a los primeros, su posición, el movimiento de los mismos, el área que determinan entre ellos o su número, pueden ser considerados parámetros que determinan las acciones del sistema. En lo que respecta a las zonas, determinadas áreas prefijadas van a actuar como si de botones se trataran; es decir, cuando un objeto permanezca un cierto tiempo sobre una de estas zonas "activas" el sistema lo interpretará como la pulsación del botón izquierdo del ratón sobre un objeto, ejecutando la acción correspondiente asociada.

Otros elementos podrían formar parte de este sistema como desencadenantes que dan lugar a respuestas del sistema. Así, las manos del usuario podrían ser útiles medios de entrada, no sólo por su posición, sino también por los gestos que realicen, en la línea de los trabajos del grupo *Autonomous Agents* del Media Lab [7].

## 2.2 Modos de Respuesta

En el momento actual el sistema incorpora tres modos de respuesta diferentes. El primero permite mostrar diferentes contenidos a pantalla completa, de tal forma que la transición viene determinada por el movimiento de un objeto en la escena (se podría utilizar la propia mano para pasar "virtualmente" las diapositivas).

El segundo permite configurar el color de fondo del escritorio en función de los objetos presentes en la escena. A cada uno se le asignará un color que, en función del tamaño del objeto, se extenderá en un determinado radio alrededor del centro de aquél. Si dos o más objetos están próximos el color resultante será la suma de las "contribuciones" de los objetos cercanos.

La tercera de las respuestas del sistema se asemeja a una pantalla nevada o una caja de arena. De la parte superior de la misma, van deslizándose verticalmente puntos de color que en su camino pueden encontrarse con un obstáculo (un objeto que aparece en el escritorio), en ese caso los puntos se desviarán de su trayectoria y bordearán el objeto en cuestión hasta encontrar de nuevo un camino vertical libre para continuar su descenso. La aparición de un nuevo objeto, o la desaparición de uno que estuviese ya presente, modificará consecuentemente el comportamiento del sistema.

## 3 Metodología de Diseño y Desarrollo

El reconocimiento de los objetos situados en el escritorio podría llevarse a cabo utilizando diferentes aproximaciones, como por ejemplo: ultrasonidos, células de carga, ópticas específicas, matrices eléctricas o visión por computador. En un contexto de bajo coste, la última solución parece la más realista, ya que no implica un hardware complejo. En concreto, se ha utilizado un computador portátil con un procesador Celeron a 333 MHz y 64 MB de RAM, cuya pantalla constituye el escritorio y sobre la misma, se ha situado una cámara de bajo coste (Video Blaster WebCam 3, de Creative Labs), tal y como se muestra en la Fig.1.

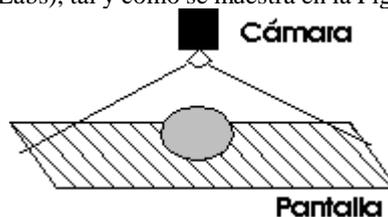


Fig. 1. Esquema general del sistema.

Sin embargo, mientras muchas aplicaciones de visión por computador trabajan con un fondo uniforme, en este caso, supone un reto detectar una serie de objetos sobre un fondo cambiante que, en realidad, transporta la información gráfica de nuestra pantalla. Por tanto, restando la imagen capturada por una cámara enfocada sobre el escritorio, respecto de la imagen enviada a la pantalla se podrían determinar, al menos teóricamente, los objetos situados sobre el escritorio.

En la práctica, esta aproximación tan simple tiene una serie de inconvenientes, ya que el problema de la correspondencia entre la imagen capturada por la cámara y la que realmente se está pintando en la pantalla (que se puede obtener interrogando al propio sistema), no es en absoluto trivial. La distorsión impuesta por la óptica de la cámara y las más que probables diferencias en resolución entre los dos mapas de bits, además de la influencia de la luz ambiente en la imagen de la cámara, obligan a un planteamiento mucho más elaborado. Lo que sucede es que varios puntos de la imagen real se "reagrupan" en la imagen capturada. Esta proyección no es conocida y puede variar durante la ejecución del sistema.

### **3.1 Segmentación**

El principal problema en nuestra aplicación es el de reconocimiento de los objetos que entran en la escena captada por la cámara, esto es, decidir qué puntos de la imagen pertenecen al objeto y cuáles al fondo (lo que se está pintando en la pantalla del ordenador).

La primera idea fue implementar una transformación geométrica que resolviera el problema de la correspondencia de imágenes, pero suponía un coste inaceptable para una aproximación en tiempo real. Lo siguiente fue utilizar redes neuronales para aprender la relación entre las dos imágenes. Esta aproximación supondría un alto coste en la etapa de aprendizaje, pero sería mucho más rápido en la ejecución final. Con las imágenes capturadas por ese tipo de cámara de bajas prestaciones, esta solución no resulta utilizable ya que la red, independientemente de su estructura, converge con un error del 10%, el cual resulta ser inviable para la discriminación de los colores. Es posible que utilizando cámaras de más calidad, este enfoque fuera adecuado.

Por último, dado que se trabaja con un monitor LCD que polariza la luz emitida, es posible utilizar otra aproximación más simple para resolver este problema. Consiste en montar un filtro polarizado ortogonalmente a la polarización de la pantalla LCD, de tal modo que la imagen del monitor queda totalmente bloqueada.

### **3.2 Post-proceso**

Una vez completada la etapa de segmentación, es necesario un proceso adicional que acabe de definir adecuadamente los objetos, para su posterior caracterización. En concreto, un operador morfológico de apertura permite eliminar puntos de ruido aleatorio que aparecen como resultado de la etapa anterior. Sobre esta imagen final ya es posible realizar un procedimiento de detección de objetos buscando áreas homogéneas, cuya parametrización (centro de masas, área, ...) servirá de entrada al sistema y determinará la respuesta del mismo en función de las características de los objetos.

El proyecto se ha desarrollado en C++ y, como interfaz de programación, se ha utilizado la librería DirectX-8 de Microsoft.

## 4 Conclusiones

La solución presentada, utilizando la pantalla del portátil como escritorio, permite evaluar la viabilidad de la nueva metáfora, así como experimentar con diferentes modos de interacción. No obstante, tanto el pequeño tamaño del escritorio, como las prestaciones limitadas en cuanto a ángulo de visión, hacen pensar en configuraciones más profesionales, utilizando proyectores de vídeo LCD que generen una imagen de mayor tamaño en el escritorio y sobre el cual, se dispondría la cámara.

Por otro lado, dadas las limitadas prestaciones de la cámara empleada, en aplicaciones donde la precisión (en cuanto a situación de los objetos y determinación de tamaño de los mismos) sea importante, el proceso de visión por computador se simplificará usando otros modelos de cámara y de sistema de adquisición.

En el futuro, se piensan añadir nuevas prestaciones al sistema incluyendo entre otras: seguimiento activo del movimiento de los objetos, otros modos de respuesta con apoyo de audio o de sonidos instrumentales, así como el reconocimiento del habla o de sonidos. También se va a considerar la utilización de algún código sencillo de gestos para utilizar las manos como un objeto más, cuyo significado venga dado por la posición que, de acuerdo a ese código, adopte. Por último, la clasificación de objetos permitiría incorporar objetos de la vida cotidiana para su utilización en el escritorio (tazas, platos, ...).

## 5 Referencias

1. Seybold, J.: "Xerox's `Star`". The Seybold Report 10,16.
2. Bruce Damer's Personal Histories of the Desktop User Interface. A Retrospective of the Xerox Alto, Star 8010 System and Elixir Desktop at the Birth of the Desktop Metaphor. (<http://www.damer.com/pictures/elixir/products/star.html> ).
3. The Story Behind the Lisa (and Macintosh) Interface. (<http://home.san.rr.com/deans/lisagui.html> ).
4. Kurtenbach, G., Fitzmaurice, G., Baudel, T., Buxton, B.: The Design of a GUI Paradigm Based on Tablets, Two-Hands, and Transparency. In: Pemberton, S. (ed.): Proceedings of ACM CHI 97 Conference on Human Factors in Computing Systems, Atlanta, Georgia, Vol 1. Addison-Wesley Pub Co (1997) 35-42.
5. Encarnação, L.M., Bimber, O., Schmalstieg, D., Chandler S.D.: A Translucent Sketchpad for the Virtual Table Exploring Motion-based Gesture Recognition. In: Eurographics'99, Milano, Italy (1999).
6. Arai, T., Machii, K., Kusunuki, S., Shojima, H.: InteractiveDESK: a Computer-Augmented Desk which responds to operations on Real Objects. In: CHI'95 Conference companion on Human factors in computing systems, Denver, Colorado (1995) 141-142.
7. Maes, P., Darrell, T., Blumberg, B., Pentland, A.: The ALIVE System: Full-Body Interaction with Autonomous Agents. In: Proceedings of the Computer Animation '95 Conference, Geneva, Switzerland. IEEE Press (1995) 11-18.



# Representación mental de los conceptos, objetos y personas implicados en una tarea realizada en una interfaz

<sup>1</sup>J. J. Cañas

y

<sup>2</sup>Grupo de Ergonomía Cognitiva

<sup>2</sup>A. Antolí, P. Barquier, A. Castillo, I. Fajardo, P. Gámez y L. Salmerón

Departamento de Psicología Experimental  
Facultad de Psicología, Universidad de Granada  
Campus de Cartuja, Granada, 18071

[delagado@goliat.ugr.es](mailto:delagado@goliat.ugr.es)

**Resumen.** Saber cual es el conocimiento que un usuario tiene de un sistema es fundamental para realizar un diseño eficaz de éste. También es necesario saber como los objetos, personas y conceptos que intervienen en la tarea del usuario están representados en su estructura mental. Para determinar la representación mental de éstos se utilizan las mismas técnicas de elicitación del conocimiento que se han revelado muy útiles en la investigación sobre modelos mentales. En esta ponencia presentaremos un caso real para ilustrar el uso de una de estas técnicas y tres métodos de análisis de los resultados obtenida con ella.

## 1. Introducción

De todas las formas de organización del conocimiento que la Psicología Cognitiva ha investigado, los modelos mentales han sido y siguen siendo los que más interés han despertado entre los investigadores de IPO. Por ejemplo, los investigadores que se ocupan del uso y programación de ordenadores han mostrado que la adquisición de un modelo mental del ordenador facilita el aprendizaje de programación (Moran, 1981; Cañas, Bajo y Gonzalvo, 1994; Navarro y Cañas, 2001).

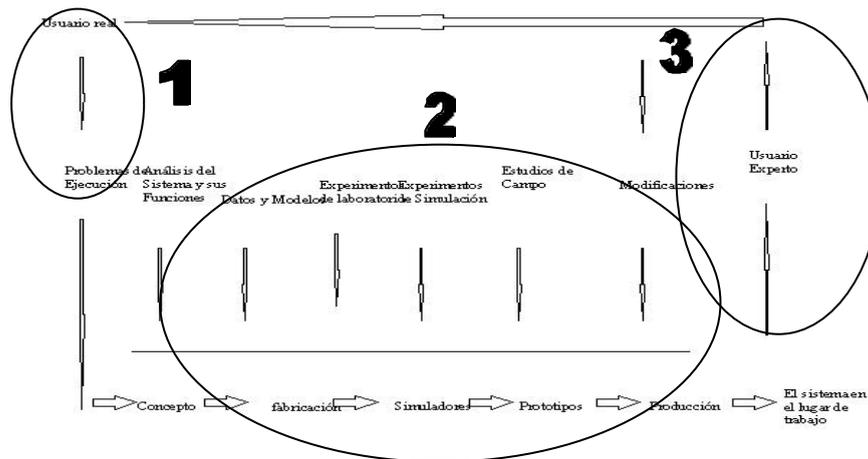
Aunque existen muchas definiciones de modelo mental, la más aceptada es la acuñada por Norman (1983). Según este autor un modelo mental de un sistema físico, el ordenador en nuestro caso, es un modelo conceptual del sistema que el usuario tiene y que incluye la representación de su estructura y su funcionamiento.

Hasta la fecha, numerosas investigaciones han mostrado la utilidad del concepto de modelo mental para explicar el aprendizaje del uso y programación de ordenadores. Mayer (1981) proporcionó a un grupo de sujetos que aprendían BASIC un manual donde se explicaba la estructura y funcionamiento del ordenador. Otro grupo de

sujetos aprendía sin este manual. La hipótesis de la investigación era que el grupo al que se le facilitaba el manual debería adquirir un modelo mental mejor del ordenador y esto se reflejaría en una mejor ejecución en un test de su conocimiento del BASIC. Los resultados efectivamente mostraron una mejor ejecución del grupo al que se le facilitó el manual con el modelo mental. Del mismo modo, Perkins, Schwartz y Simmons (1988) diseñaron un curso de programación donde se enseñaba a un grupo de estudiantes un modelo visual de lo que ocurría dentro del ordenador. Los estudiantes recibían dibujos que mostraban las variables con sus valores y el flujo de ejecución de las instrucciones del programa. Los resultados mostraron que este curso facilitaba el aprendizaje de programación de los estudiantes que lo recibían cuando se les comparaba con estudiantes control.

## 2. Medición de los Modelos Mentales

Debido a esta relación entre modelo mental y conducta y aprendizaje, los investigadores han se han interesado por desarrollar métodos para inferir el modelo mental que un usuario adquiere, de tal manera que pueda ser tenido en cuenta durante el diseño de interfaces.



**Figura 1.** Fases del ciclo de diseño en las que se debe medir el Modelo Mental del usuario.

Sin embargo, es conveniente distinguir tres objetivos que podemos plantearnos y para los que es necesario medir los modelos mentales durante el ciclo de diseño de una nueva interfaz como se puede ver en la Figura 1:

1. Cuando se diseña un artefacto nuevo, los usuarios ya realizan la tarea de una determinada manera que es importante conocer.
2. Cuando se diseña un artefacto nuevo, en el ciclo de diseño se pueden ir midiendo los modelos mentales de los prototipos para averiguar qué características del diseño no se ajustan al modelo mental 'intuitivo'.

3. Cuando el modelo ya está diseñado, se mide el modelo mental del usuario para diseñar el programa de entrenamiento.

Los objetivos dos y tres son los que tradicionalmente se han identificado como propios del papel de los modelos mentales. Sin embargo, el primero es también muy importante y constituye el objeto de esta ponencia. En este sentido, es conveniente que el modelo mental que adquieran del nuevo artefacto que se va a diseñar no sea incompatible con la forma en que realizan la tarea sin él. Por eso debemos llevar a cabo un análisis del conocimiento que los usuarios tienen de los objetos con los que realizan su tarea.

### **3. Evaluación del conocimiento sobre los objetos implicados en la tarea**

Cada tarea que realizamos con un ordenador consiste en la manipulación de un conjunto de objetos que deben formar parte de la interfaz y del modelo mental que el usuario adquiera para interactuar con ella.

Imaginemos que un programador tiene que desarrollar un software para un banco. Desde el primer momento sabe que al diseñar la interfaz debe incluir en ella un conjunto de términos que denominan objetos utilizados en ‘las tareas bancarias’. Independientemente de que estos objetos después estén representados con iconos o con menús, o de cualquier otra forma, una cuestión importante es que la organización espacial y jerárquica en la interfaz tendrá que reflejar la representación mental que los usuarios tienen de ellos.

Por tanto, será necesario que el diseñador haga algún tipo de análisis de la estructura representacional de los objetos implicados en la tarea. Aunque el diseñador podría hacer un análisis formal de las tareas que los usuarios realizan y a partir de ahí establecer las relaciones semánticas entre los objetos, es posible utilizar un procedimiento simple y eficaz que consiste en aplicar las técnicas indirectas de elicitación del conocimiento como la que vamos a describir a continuación.

Los datos analizados corresponden a los juicios de relación entre 27 conceptos bancarios ofrecidos por 13 empleados bancarios expertos. Los conceptos hacen referencia a operaciones bancarias (e.gr. Efectivo), objetos (e.gr. Cajas de Alquiler) y personas y entidades relacionadas con el banco (e.gr. clientes). Los evaluadores realizaron una tarea de juicios de relación en la que se presentaban pares de conceptos y se les pedía que diesen un valor entre 1 y 7 que representase cómo de relacionados estaban en su opinión esos dos conceptos. Un valor de 7 correspondía a ‘Totalmente Relacionado’ y un valor de 1 a ‘Nada Relacionado’. Cada evaluador generó una matriz rectangular de 27 por 27 con sus juicios de relación. En la tarea se pedía la relación entre los conceptos sin especificar dirección de esta relación. Por lo tanto, la matriz de juicios era simétrica.

## **4. Descripción general de los procedimientos utilizados para analizar los datos**

No existe un método de análisis que permita extraer toda la información contenida en una matriz de juicios de relación conceptual. Debido, fundamentalmente, a que los diversos métodos han sido desarrollados en el contexto de diferentes teorías psicológicas de representación de conocimiento, cada método ofrece información sobre características diferentes del conocimiento de un experto. Por esta razón, la matriz promedio debe ser sometida a, al menos, tres métodos de análisis: Escalamiento Multidimensional, Pathfinder y Análisis de Cluster. Estos tres métodos son los que en la literatura actual en Psicología e Inteligencia Artificial se consideran más apropiados por cubrir aspectos diferentes y complementarios de la representación del conocimiento.

### **4.1. Pathfinder**

Este procedimiento está basado en la teoría matemática de grafos y ha sido desarrollado debido a la importancia emergente que en la Psicología y la Inteligencia Artificial ha adquirido la representación del conocimiento en estructuras de redes semánticas (Schvaneveldt, 1990). La teoría matemática de grafos es el procedimiento adecuado para trabajar con redes semánticas. Como en las teorías de redes, este procedimiento representa los conceptos en nodos de una red, y las relaciones semánticas entre los conceptos como punteros que unen estos nodos

Básicamente, el procedimiento consiste en reducir un grafo completo, donde todos los nodos están relacionados con todos los demás, y que representa la matriz de juicios de relación, en un grafo donde solo están representadas las relaciones importantes, desde el punto de vista del experto, entre los conceptos. Es utilizado cuando lo que se quiere obtener son las relaciones locales entre pares de conceptos. Si la relación entre dos conceptos es muy importante en la representación mental de una persona, esta relación se verá reflejada en un puntero directo entre ellos en el grafo. Por el contrario, si la relación no es importante y puede ser deducida a partir de las relaciones con otros conceptos, no existirá un puntero directo entre ellos, y la importancia relativa de esta relación se inferirá del número de punteros y nodos que hay que recorrer entre los dos conceptos en el grafo.

En el diseño de interfaces, el procedimiento Pathfinder se ha revelado útil para investigar las estrategias de navegación de los usuarios. Por ejemplo, en tareas de recuperación de información, los grafos conceptuales sirven de ayuda para mostrar las estrategias que los usuarios usan para navegar en la base de datos.

#### **4.1.1. Parámetros**

La matriz promedio de juicios de relación ha sido sometida al algoritmo con los parámetros  $r$  igual a infinito y  $q$  igual a 2. El parámetro  $r$  corresponde a la métrica de Minkowski y cuando no podemos conocer la escala real de los datos sobre los que se trabaja y solo podemos asumir una escala ordinal, se fija en el valor infinito. Por su parte, el parámetro  $q$  hace referencia a la longitud máxima del camino entre dos

conceptos que se examinará durante la ejecución del algoritmo. Sus valores oscilan entre 2 y  $n-1$  (el número de conceptos menos 1). Con el valor 2 se obtiene el grafo más denso y donde no se pierden ninguna de las relaciones importantes. Finalmente, puesto que la matriz promedio es simétrica, el procedimiento ha obtenido un grafo nodireccional.

#### 4.1.2. Resultados

Como en todos los procedimientos de análisis, es posible conocer la correspondencia entre la solución encontrada y los datos de los que se ha partido. En el caso del procedimiento Pathfinder, el método consiste en calcular la correlación entre la matriz de juicios de relación y la matriz de distancias en el grafo entre los conceptos. Estas distancias se obtienen calculando el número mínimo de punteros que hay entre dos conceptos en el grafo. La correlación encontrada en nuestra solución ha sido de 0,59, la cual se considera aceptable para este tipo de datos.

En la Figura 2 se muestra el grafo obtenido por este procedimiento. Para una correcta interpretación debe tenerse en cuenta lo siguiente. El grafo es el resultado de una transformación matemática de la matriz de juicios de relación en el que se encuentran las relaciones semánticas entre los conceptos reflejados en los punteros entre los nodos. Sin embargo, la interpretación de estas relaciones semánticas deben hacerla los propios expertos que han generado los juicios de relación. Aquí solo podemos sugerir las claves para esta interpretación. Por ejemplo es fácil ver que el concepto central en la red es 'clientes': cuando los usuarios piensan en realizar una tarea el primer objeto que debe estar disponible es la base de datos de clientes (su nombre, su DNI, su número de cuenta) y después la operación que quieren realizar.

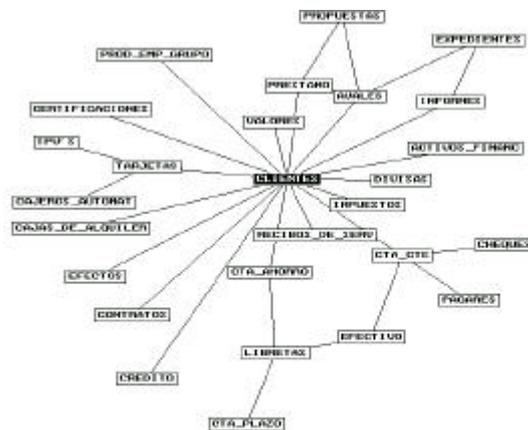


Figura 2. Red obtenida con el procedimiento Pathfinder

## 4.2. Escalamiento Multidimensional

El objetivo fundamental de este procedimiento es representar un conjunto de conceptos en un espacio multidimensional de tal manera que la distancia euclidiana entre dos objetos en ese espacio se corresponda lo más fielmente posible con el juicio de proximidad conceptual asignado por una persona o un conjunto de personas a ese par de conceptos. Este tipo de análisis está estrechamente ligado a las teorías de representación dimensionales, y ofrece una forma de obtener una representación empírica de las dimensiones que relacionan los distintos conceptos de un área de conocimiento determinada (Schiffman, Reynolds, y Young, 1981).

A diferencia de los otros dos procedimientos expuestos aquí, el escalamiento multidimensional encuentra una solución global considerando todas las relaciones entre los conceptos simultáneamente. Es decir, mientras que el procedimiento Pathfinder es útil para describir relaciones locales entre pares de conceptos, y el Análisis de Cluster encuentra relaciones locales entre subconjuntos de conceptos, el escalamiento multidimensional ofrece las dimensiones globales que relacionan todos los conceptos con todos los demás.

En el diseño de interfaces, el Análisis multidimensional se ha revelado útil para descubrir las estructuras abstractas en la representación del conocimiento de los expertos usuarios de los sistemas. Son aquellas estructuras, más difíciles de adquirir por los nuevos usuarios, que determinan las estrategias globales de trabajo con el sistema.

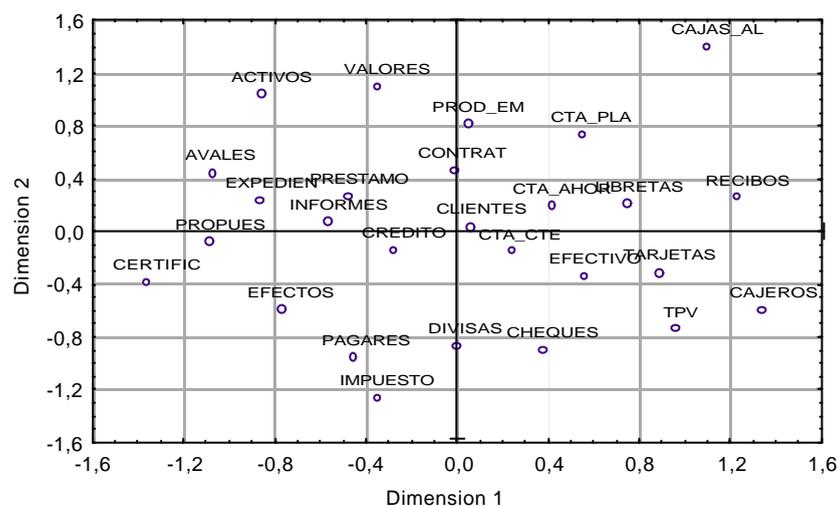
### 4.2.1. Parámetros

Como en los otros dos casos, los parámetros se fijan considerando la interpretabilidad de los resultados y las medidas de ajuste entre la matriz de juicios de relación y las distancias entre los conceptos en la solución encontrada. Desde este punto de vista, la decisión más importante a tomar en este procedimiento es la del número de dimensiones que el procedimiento encontrará. De nuevo, hay que tener en cuenta que existe una relación inversa entre ajuste e interpretabilidad. Mientras más dimensiones se obtengan el ajuste es mayor pero cada nueva dimensión que se añade es más difícil de interpretar. Generalmente, y éste ha sido nuestro caso, el número de dimensiones que proporcionan la mejor combinación de ajuste e interpretabilidad es de dos.

### 4.2.2. Resultados

La medida de ajuste en el Análisis Multidimensional es el índice llamado *stress*. Se obtiene calculando el cuadrado de las diferencias entre las distancias euclidiana entre los pares de conceptos en el espacio multidimensional obtenido y las distancias (inversas de las similitudes) entre esos pares en la matriz de juicios de relación. Mientras más cercano es el valor de *stress* a 0, mejor ajuste hay entre la solución encontrada y los datos originales. El valor en nuestro análisis ha sido de 0,30, el cual se aproxima significativamente a 0 y se considera un índice de buen ajuste.

La Figura 3 presenta los conceptos como puntos en el espacio tridimensional. Para la interpretación de estas dimensiones se debe considerar que los valores en los ejes (dimensiones) representan los pesos que los conceptos tienen en ellas. Un concepto situado en el valor 0 de esa dimensión indica que la dimensión no es importante para definirlo. El signo positivo o negativo de un peso sólo sirve para separar a los conceptos en cuanto a esa dimensión. Finalmente, mientras mayor (en valores absolutos) sea el peso de un concepto en una dimensión, mayor es la importancia de esa dimensión para definir el concepto.



**Figura 3.** Representación obtenida con el procedimiento de Escalamiento Multidimensional

Como podemos ver en la figura, el resultado muestra dos dimensiones que dividen el espacio en cuatro cuadrantes de fácil interpretación. Tomemos el cuadrante inferior derecho y veremos que los conceptos que se agrupan aquí hacen referencia a lo que podríamos decir que es 'Formas de pagar y obtener dinero'.

### 4.3. Análisis de Cluster con Solapamiento

El objetivo fundamental de los procedimientos de Cluster es el de agrupar un número de conceptos en subgrupos de tal manera que un concepto que pertenezca a un subgrupo es más similar o está más próximo o comparte más características comunes con los conceptos de este subgrupo que con los conceptos de otros subgrupos. Entre todos los procedimientos que existen hemos elegido el conocido como de 'Cluster Aditivo' o 'Cluster con solapamiento'. Los procedimientos tradicionales, como el 'Jerárquico' o el de 'Particiones' obligan a que en la solución encontrada un concepto pertenezca a un subgrupo solamente. Sin embargo, existe solapamiento entre los subgrupos de tal manera que un concepto puede estar en más de un subgrupo simultáneamente. Por ejemplo, imaginemos que estimando la relación entre pares de

dígitos del 1 al 10 una persona puede decidir poner en el mismo grupo al número 2 y al 6 porque son pares. Además, quiere poner juntos también al 3 y al 6 porque son múltiplos del 3. En un cluster de particiones o jerárquico la solución final del algoritmo no permitiría la pertenencia del número 6 a dos subgrupos que se solapan. Sin embargo, este solapamiento es reflejo de la representación del conocimiento sobre los números que realmente tiene la persona.

Los procedimientos de cluster son útiles cuando se quiere obtener información sobre bloques conceptuales en la representación del conocimiento. En el diseño de interfaces se han revelado particularmente útiles, por ejemplo, en el diseño de menús.

#### **4.3.1. Parámetros**

El parámetro que, desde el punto de vista de la interpretación de los resultados, tiene que ser fijado por el analista es el número de subgrupos que habrá en la solución final. En nuestro caso el procedimiento ha sido ejecutado para que los conceptos se agrupen en 8 subgrupos. Durante una fase preliminar de análisis se ha estimado que con 8 subgrupos se obtiene la solución que se ajusta mejor a los juicios de proximidad y es más fácil de interpretar. Demasiados subgrupos pueden aumentar el ajuste pero ser muy difíciles de interpretar.

#### **4.3.2. Resultados**

La medida de ajuste entre los juicios de relación y la solución obtenida con este procedimiento es la varianza de la matriz de juicios de relación explicada por las distancias entre los conceptos, calculadas éstas desde su pertenencia a los subgrupos. Dos conceptos están más cercanos mientras pertenezcan a más subgrupos. La varianza entre nuestra matriz de juicios y las distancias en la solución encontrada por el procedimiento ha sido de 0,72.

En la Tabla 1 se presentan los subgrupos y los conceptos que pertenecen a cada uno de ellos. Para cada subgrupo se presenta el peso que tiene en los resultados. Debe tenerse en cuenta que el peso de un subgrupo no debe considerarse lo único importante. También es fundamental que el subgrupo sea semánticamente interpretable. Por ejemplo, como puede observarse en la tabla, el primer subgrupo tiene el peso mayor (0,413). Sin embargo, el subgrupo es poco informativo porque incluye todos los conceptos excepto el de 'Cajas de Alquiler'. Los subgrupos 2 y 3 con pesos menores, son más informativos. El subgrupo 2 contiene los conceptos relacionados con los préstamos y créditos, y el subgrupo 3 contiene los conceptos relacionados con las operaciones que los clientes corrientes (no empresas) realizan cotidianamente. Aunque, de nuevo, hay que decir que la correcta interpretación deben realizarla los propios evaluadores a quienes se les pueden presentar los subgrupos para que los cualifiquen.

**TABLA 1.** Subgrupos obtenidos por el procedimiento de Cluster con solapamiento.

**Subgrupo 1. Peso: 0.413:** cta\_cte, cta\_ahorro, cta\_a\_plazo, credito, prestamo, certificaciones, prod\_em\_grupo, avales, valores, activos\_financieros, divisas, propuestas, contratos, cheques, pagares, libretas, tarjetas, recibos\_de\_serv., efectivo, tpv's, expedientes, clientes, informes, efectos, impuestos, cajeros\_automat.

**Subgrupo 2. Peso: 0.273:** crédito, préstamo, certificaciones, avales, propuestas, expedientes, clientes, informes.

**Subgrupo 3. Peso: 0.239:** cta\_cte, cta\_ahorro, libretas, tarjetas, recibos\_de\_serv., efectivo, tpv's, clientes, impuestos, cajeros\_automat.

**Subgrupo 4. Peso: 0.235:** cta\_cte, cta\_ahorro, cta\_a\_plazo, prestamo, contratos, cheques, pagares, libretas, recibos\_de\_serv., efectivo, clientes, cajas\_de\_alquiler.

**Subgrupo 5. Peso: 0.227:** credito, prestamo, certificaciones, prod\_em\_grupo, avales, propuestas, contratos, expedientes, clientes, informes, efectos, cajas\_de\_alquiler.

## 5. Discusión

Como los resultados de este estudio demuestran es posible utilizar las técnicas de elicitación del conocimiento para obtener una estimación de la representación mental que un grupo de expertos tienen de los objetos, las personas y los conceptos implicados en la tarea para la cual se va a diseñar una interfaz de usuario. Cada una de estas técnicas aporta información diferente y complementaria sobre dicha representación mental. De esta manera, el diseñador tiene a su disposición una información muy valiosa para determinar cómo, por ejemplo, se deben diseñar los menús de tal manera que el usuario encuentre con la mayor facilidad posible un ítem que busca dentro de la categoría semántica a la que pertenece.

## 6. Referencias

1. Cañas, J.J., Bajo, M.T. and Gonzalvo, P. Mental Models and Computer Programming. *International Journal of Human-Computer Studies* (1994). 795-811.
2. Carroll, J.D. and Arable, P. INDCLUS: An individual differences generalization of the ADCLUS model and the MAPCLUS algorithm. *Psychometrika*. (1983). 48, 157-169.
3. Mayer, R.E.. The psychology of how novices learn computer programming. *Computer Surveys*, (1981) 13, 121-141.
4. Moran, T.P. An applied psychology of the user. *Computing Surveys*, (1981) 13, 1-11.

5. Navarro, R. and Cañas, J.J. Are visual programming languages better? The role of imagery in program comprehension. *International Journal of Human-Computer Studies*(2001). En prensa.
6. Norman, D.A. Some observations on mental models. En D. Gentner y L.A. Stevens (Eds.) *Mental Models*. (1983). Hillsdale, NJ: LEA.
7. Perkins, D.N., Schwartz, S. y Simmons, R. Instructional strategies for the problem of novice programmers. En R.E. Mayer (Ed.) *Teaching and Learning Computer Programming*. (1988). Hillsdale, NJ: LEA.
8. Schiffman, S.S., Reynolds, M.L. y Young, F.W.. *Introduction to Multidimensional Scaling: Theory, Methods and Applications* (1981). London: Academic Press.
9. Schvaneveldt, R.W. (1990). *Pathfinder Associative Networks: Studies in Knowledge organization*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.

# Criterios gráficos en el diseño de agentes

M. Velez<sup>1</sup>, J. J. Cañas<sup>2</sup> y A. Antolí<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Bellas Artes

<sup>2</sup> y <sup>3</sup> Facultad de Psicología  
Universidad de Granada

[mvelez@goliat.ugr.es](mailto:mvelez@goliat.ugr.es), [delagado@goliat.ugr.es](mailto:delagado@goliat.ugr.es), [antoli@platon.ugr.es](mailto:antoli@platon.ugr.es)

**Resumen.** Se asume que los agentes ayudan al usuario y facilitan su aprendizaje haciendo que la interacción sea más didáctica y divertida. Sin embargo, la experiencia de los usuarios y los diseñadores está siendo decepcionante. Nadie parece encontrar útiles a los agentes que se incluyen en los programas actuales e, incluso, parecen ser molestos. Una posible causa, entre otras, de este rechazo podría encontrarse en que los diseñadores han olvidado los criterios de diseño gráfico básicos a la hora de crearlos.

**Descriptor:** Agentes, Diseño, Psicología, Ergonomía, Interfaz, Interactividad, Color, Percepción, Creatividad

## 1 Introducción

Se conocen como ‘Agentes’ los objetos de la interfaz con características antropomórficas que se diseñan con el propósito de ayudar a los usuarios de un programa informático para realizar sus tareas de forma más eficaz. Para poderlo hacer, los agentes necesitan saber la meta de los usuarios, experiencia, etc, así como un buen conocimiento de las tareas a éstos quieren realizar. La característica principal de agentes es que ellos pueden comunicar con los usuarios.

Un agente significa nuevas formas de interfaz e interacción. En las interfaces de manipulación directa los usuarios manipulan objetos inanimados que se presentan dentro de la interfaz. Por el contrario, en una interfaz con un agente el usuario puede comunicarse con él para buscar la ayuda, para realizar una tarea, por separado o conjuntamente. Por ejemplo, en Internet un agente puede programarse para que busque cierto tipo de información durante un periodo de tiempo determinado. En este sentido, un agente es una forma de automatización. También puede programarse para descubrir cuando la información en que el usuario está interesado aparece. En este caso el agente trabaja asincrónicamente y no interrumpe el trabajo del usuario, que puede estar haciendo algo más al mismo tiempo. Pero también es posible que el trabajo de agente se realice sincrónicamente con el usuario. Por ejemplo, cuando el agente se programa para seguir el trabajo del usuario para ayudarlo cuando sea necesario.

## **2. ¿Cumplen los Agentes su Función de Facilitar la Interacción?**

Los agentes de la interfaz se introdujeron para hacer la interacción más fácil para el usuario. Se suponía que ellos facilitaban el aprendizaje y la interacción de forma que ésta fuese más eficaz y agradable. De esta manera, ignorando las preocupaciones que algunos autores tenían (por ejemplo Normando, 1994; Shneiderman y Maes, 1997; Wilson, 1997), los diseñadores de software comenzaron a introducir agentes en todos sus programas y ahora están presentes en casi todas las interfaces que nos encontramos.

Sin embargo, después de varios años de tener los agentes disponibles en casi todos los programas comerciales, no está nada claro que los agentes realmente faciliten la interacción. Dehn y van Mulken (2000) han revisado recientemente la investigación empírica dirigida a investigar los efectos de los agentes en la experiencia, la conducta y ejecución del usuario. Las conclusiones de esta revisión confirmaron lo que muchos diseñadores y usuarios sospechaban: hay muy poca evidencia de que las interfaces con agentes sean superiores a aquellas que no los tienen. En los dos aspectos analizados, ejecución buena de los usuarios y actitud buena de éstos hacia la interfaz, sólo en este último parece que existe cierta ventaja de las interfaces con agentes. Sin embargo, los usuarios ejecutan igualmente bien sus tareas con o sin agentes.

Por consiguiente, creemos que es necesario considerar los argumentos dados contra las ventajas supuestas de los agentes y realizar más investigación empírica para determinar cómo y en que circunstancias los agentes son realmente eficaces. Por ejemplo, es posible que los agentes obliguen al usuario a que cree modelos mentales falsos del sistema. Si el agente con ciertas características antropomórficas se comporta de alguna manera como un ser humano, los usuarios podrían creer que el agente tiene otras habilidades cognitivas y emocionales que realmente les faltan. Es decir, es posible que el usuario espere más del agente de lo que este puede darle, y sería conveniente eliminar estas características antropomórficas.

## **3. Características Visuales de los Agentes**

Nuestra investigación se relaciona con el análisis de agentes de la interfaz realizado por Brenda Laurel (1990). Ella toma la metáfora del teatro para defender que los agentes de la interfaz deben tener cuatro características importantes: (1) Agencia, o la capacidad de realizar una acción en nombre de otro, en nuestro caso, el usuario; (2) Responsividad, o el hecho de que el agente acierta o falla en función de que responda a las exigencias del usuario; (3) Competencia, un agente debe ser competente en el dominio de la tarea del usuario; y (4) Accesibilidad, un agente debe estar accesible con todas sus características cuando el usuario lo necesite. Sin embargo, en nuestra opinión este análisis debe incluir también las características visuales de los agentes.

Siguiendo con la metáfora del teatro, desde los tiempos antiguos del teatro griego, los actores conocen la importancia de las características visuales de las caras para transmitir los estados emocionales (Fo, 1998). Por esa razón, ellos usan las máscaras como las que se muestran en la Figura 1.



**Figura 1.** Mascaras de teatro

No podemos olvidarnos que los elementos gráficos, como el color, la línea, el tamaño, la composición y la textura, participan en la transmisión del mensaje y ellos son los que más rápidamente diferencian e identifican una forma que sirve para atraer la atención del público, resaltando del resto de la composición de la pantalla, y poniéndolo siempre fácilmente disponible y localizado.

Cuando la información es codificada en las estructuras visuales, las imágenes no sólo proyectan un mensaje objetivo relacionado con sus componentes gráficos, sino también una expresión inductiva que produce en el espectador una respuesta emocional o una asociación sensorial. Por ejemplo, sabemos que el color se relaciona con el centro hormonal humano, y, por tanto, con la respuesta emocional humana. Las imágenes evocan lo que se llama "la sinestesia", una respuesta psicológica que tiene una capacidad connotativa importante. Por consiguiente, una imagen genera significados connotativos que afectan a la atención y comprensión, dependiendo de la experiencia personal del espectador (usuario).

Por consiguiente, creemos que se necesita un estudio cromático, composicional y de los aspectos icónicos de los agentes (las formas, figuras, estructuras y su relación mutua), tomando las ideas de la investigación básica en diseño gráfico. Estos aspectos, si se analizan cada uno por separado, se definen por las líneas y sus tipos, los contornos de grado diferente, de brillo, la situación o situación en la superficie, dirección, profundidad, dirección y movimiento de las formas, el contraste de colores, el tamaño, la luminosidad y el peso.

Por ejemplo, Frutiger (1981) sugirió que necesitamos evitar el uso arbitrario de idioma visual. Tiene que ser un idioma de asimilación automático, basado en leyes de Gestalt que permiten una lectura rápida, eficaz y global de formas. Esas formas toman su propio significado a través del color, la textura, los contrastes, los bordes, etc. Costa y Moles (1991) han estudiado el papel de la complejidad en la comprensión y la atención asignadas a una figura. Sus resultados mostraron que esa familiaridad reduce la complejidad de imágenes, facilitando su comprensión.

Dicho criterio de eficacia en la reducción de complejidad se basa principalmente en el llamado por Villafañe (1996) “Principio de simplicidad estructural”, que se basa a su vez en tres variables: la “pregnancia de la forma”, la “composición plástica” y la “correspondencia entre forma y contenido”. Sin olvidar que disponemos de un umbral de sensibilidad y de saturación por el que estamos sujetos a leyes que determinan la relación entre el nivel de excitación con la sensación resultante (Moles y Janiszewski 1990).

Los contenidos deben presentarse de tal modo que se potencie su utilidad según estos indicadores visuales, consiguiendo compatibilizar su apariencia con las capacidades perceptivas del usuario para lograr un entendimiento fácil, rápido y con un reducido margen de error. Es el diseñador quien debe forzar al receptor a ver lo propuesto por él, supeditándose a las propias características del sujeto o a partir de una fuerte llamada de atención, como bien sugiere Frutiger y de acuerdo a las leyes que permiten una mejor visión y percepción de la imagen. Es imprescindible, para entenderlo, que partamos de la definición de “imagen”, que, como indica Sanabria (1994, pag.154 ) es “Desde el punto de vista físico como la reproducción de la estructura física de un objeto, su apariencia exterior, que por tanto representa algo de lo que conserva su presencia, gracias a lo cual puede reconocerse y memorizarse. Es la forma la que realmente se memoriza y permite la identificación posterior. Por lo que sin una experiencia previa no resultaría reconocible”.

Vemos pues que pueden entenderse como representación de la realidad, entendiendo “representación” no sólo en cuanto a la semejanza de la imagen con el objeto representado, sino en su capacidad de compartir con éste el mismo significado y cumplir ambos la misma función, así como interpretación, ya que de ella el observador va a generar un sentido que provocará una serie de sensaciones y una respuesta. O sea: “la imagen es la forma codificada de la realidad que se reduce a un soporte de dos dimensiones”. Así encontraremos imágenes relacionadas con la representación fiel de la realidad, imágenes que definen conceptos abstractos – simbólicas- e imágenes que determinan un contenido difícilmente reproducible gráficamente, de modo que su representación no se relaciona con su significado -los signos-.

Por tanto, la decodificación de la imagen resulta indispensable para la correcta comprensión del mensaje transmitido y generalmente, gracias al aprendizaje, es prácticamente automática, como un acto reflejo, y provoca respuestas inmediatas. Verlo de otra forma permitirá que la respuesta sea de incompreensión, por lo que se producirá el rechazo de la información.

Es en este dominio donde se mueve y comprende el agente como imagen con características expresivas y representación formal, portador de un lenguaje gráfico establecido que permita su comprensión por el usuario.

Dicho alfabeto gráfico lo componen elementos como el punto, la línea, la forma, el plano, la luz, el color, el espacio, el tiempo y el sonido, al cuál se van incorporando nuevos recursos que vamos asumiendo conforme nos familiarizamos con ellos. El agente es el resultado de la articulación sintáctica de los elementos que crean una estructura con una composición determinada, y con un carácter espacial que definirá su encuadre y su tamaño, todo ello organizado a partir de una serie de normas de uso y distribución basadas fundamentalmente en los principios que determinan la organización perceptiva en el ser humano.

En este contexto de simplicidad hablaremos de la necesaria pregnancia del agente al referimos a la claridad perceptiva de su imagen como estímulo. Su composición plástica debe estar definida por una estructura interna claramente determinada, incluso dirigida por criterios geométricos como la simetría y la unificación de los elementos formales en un mismo sistema de representación. Y por último la correspondencia entre forma y contenido entendida como la adecuación del contenido a las características narrativas y limitaciones propias del medio de transmisión (el ordenador).

La representación plástica del agente puede adoptar muy diferentes formas, constituyendo una unidad a través de la estructura que define la composición, y atendiendo a variables como: la condición dinámica (imágenes fijas o en movimiento), la representación espacial (imagen plana o tridimensional), la dimensión temporal (imágenes aisladas o secuenciales), y por último, la dimensión formal (elementos gráfico-formales que la componen y su estructura compositiva). Estos son los responsables de la construcción formal y material del agente y están asociados a su significación plástica, que viene determinada por la interacción de todos ellos entre sí. Los podemos enumerar como:

El punto que es la señal mínima, la marca, posee una gran fuerza atractiva, por lo que su situación en una composición puede establecer los ejes básicos de la estructura. Una secuencia de puntos puede imprimir ritmo y movimiento al agente. El punto, varía dependiendo de su forma, color, dimensión y funciona como centro geométrico o centro de equilibrio, así como puntos de atención o como centro de fuga en una simulación de profundidad.

La línea se relaciona con la longitud, crea segmentos direccionales que organizan el espacio y la composición, determina ejes que delimitan zonas de atracción compositiva. Crea texturas, incluso proporciona volumen a los objetos, aporta sensación de profundidad a través de las líneas que convergen en puntos de fuga, delimita la estructura de un objeto y simula efectos de movimiento. Dependiendo de su grosor pueden reforzar o disimular aspectos expresivos y si se asocian en grupos pueden llegar a crear tramas que sombreen y den volumen a los objetos. Si actúa como contorno adquiere una clara importancia compositiva realzando la expresividad del agente.

La forma es el elemento gráfico que define la superficie del agente, íntimamente ligada al espacio bidimensional que ocupa, y muy relacionada con la capacidad perceptiva del ser humano. Las tres formas básicas, que colaboran en la creación de todas las demás formas posibles mediante su combinación son: el cuadrado, el triángulo equilátero y el círculo. Su principal función es la definición, articulación y organización del espacio y la simulación de tridimensionalidad.

La luz, su percepción depende de la composición física de las superficies sobre las que incide, intensifica o disminuye valores como el color. Incluso contribuye en la distribución compositiva de la escena, siendo un elemento de gran impacto expresivo pues mediante una adecuada gradación, puede sugerir profundidad y tridimensionalidad, definir formas, modelar superficies y volúmenes.

El color, responde a las longitudes de onda y a diferentes valores de brillo que lo determinan en sus tres características principales: la "tonalidad o matiz" que permite la clasificación de los colores, la "saturación o intensidad" que depende de la

cantidad de blanco que contiene y la “luminosidad o claridad” que es el atributo que se relaciona con la cantidad de luz o claridad (Lillo, 2000).

Respecto a las funciones plásticas de los agentes, su composición y creación podemos decir que el color contribuye a la recreación del espacio, ayudando incluso a la simulación de la profundidad (sombreado que modela las superficies) o sugiriendo distancia (progresiva disminución y difuminación del tono respecto al primer plano de observación). Podemos definirlo como el elemento que ayuda a dinamizar las composiciones a través de la propia interacción de los colores que lo componen; los claros actúan como excéntricos mientras que los oscuros son concéntricos.

También se dinamizan los agentes por medio de la armonía y contraste de color. En cuanto a la armonía proporciona variaciones cromáticas suaves y graduales relacionando colores afines, sin mostrar excesivos contrastes, pero sin olvidar cierta diversidad para no mostrar monotonía.

Se actúa por contraste cuando los colores relacionados contienen pocas semejanzas entre sí. Por ejemplo yuxtaponiendo colores cálidos o fríos y fundamentalmente relacionando los colores complementarios: rojo – verde, amarillo – violeta, azul – naranja. La composición se convierte, de esta manera, en un fuerte estímulo visual, una llamada de atención. Aunque en contrastes muy acentuados se corre el riesgo de lograr resultados contrarios a los buscados, reduciendo considerablemente la legibilidad, al producirse vibración (contraste entre complementarios).

Vemos, por tanto, que el color posee la capacidad de crear ritmos y variar la intensidad dinámica de las composiciones, así como infundir cualidades; más sinestésicas, haciendo referencia a dimensiones relacionadas con el resto de los sentidos y la sensibilidad. Vemos colores cálidos y fríos, ligeros y pesados, tristes y alegres, dulce y amargo...

Conocer las interrelaciones cromáticas, ayuda a determinar una correcta combinación y evitar resultados que pierdan su significación (tanto por exceso o por defecto compositivo) y perturben la buena visualización del agente.

También el saber que los colores saturados nos producen un fuerte impacto visual, (sobre todo en su estado de pureza), y se relacionan con sensaciones alegres y dinámicas. Pero combinados en exceso en un agente esta fuerza se perderá y produciremos una confusión atencional. El efecto visual será más intenso si reducimos los colores saturados y los combinamos con otros más neutros. Mientras que los colores no saturados transmiten sensaciones débiles y más sutiles. Si son luminosos pueden crear una composición elegante, pero si se oscurecen parecerán sombríos.

Los colores intensos son los más provocadores y atractivos, por lo que obtienen respuestas emocionales más agudas, mientras que los menos brillantes, más austeros y más tranquilos provocan respuestas más controladas. Es muy importante tener en cuenta las asociaciones subliminales que hacemos del color, porque pueden verse relacionadas con nuestras respuestas frente a ellos.

La experiencia nos dice que el color puede incluso afectar a nuestra valoración subjetiva de las dimensiones, al peso y forma de un objeto. Los tonos azules, violetas, grises y verdes parecen distanciarse, mientras que los tonos cálidos, rojos, anaranjados y amarillos, avanzan hacia nosotros. Los objetos azules o verdes, parecen más grandes que los que poseen tonos cálidos como el rojo o el anaranjado. Y los colores cálidos parecen más voluminosos, como con efecto de relieve.

En general, el uso de una misma gama cromática consigue un buen efecto de homogeneidad, pero puede también, provocar cansancio y parecer poco destacada y comunicativa. Según Aguiar (1996), en general, los colores claros quedan bien integrados si se unen con colores oscuros ya que hay un buen contraste, pero en determinados casos, se pueden combinar con tonos también claros, excepto, si son demasiado parecidos, como ocurre con el azul y el verde. La utilización de fondos oscuros disminuye la percepción de parpadeo en la pantalla y ayuda a resaltar la información cromática de los agentes que aparece en ella, aunque también, incrementa el riesgo de reflejo procedente de fuentes lumínicas externas al ordenador.

Cuando se combinen colores oscuros (ejem. rojo y azul) en una misma pantalla habrá que tener cuidado para que no produzcan mal efecto, obligando al usuario a realizar un sobre esfuerzo de acomodación visual que le produzca fatiga.

Un aspecto interesante a éste respecto, es la utilización de escalas de grises, (refiriéndonos también a la utilización de una misma gama cromática), pues resulta más práctico usar diferentes tonos de gris, que mezclar otros colores. Ello es debido a que el ojo humano percibe con más dificultad los detalles pequeños si se usan colores, y permite discriminar los objetos de un modo fácil y agradable a la vista. No podemos olvidar que cuando el color se relaciona con otros se producen sensaciones por yuxtaposición que pueden llegar a modificar la percepción que tenemos de ellos.

En definitiva, podemos afirmar que una combinación acertada del uso de color en los agentes, mejora considerablemente el resultado visual y de aceptación por parte del usuario. También apreciamos que el ritmo y la tensión son factores que hacen referencia al tiempo, simulado en los agentes a través de los recursos gráficos. Podemos generar ritmo, y con ello dinamismo, lo cual no implica directamente movimiento, aunque puede lograrse a través de contrastes cromáticos, de textura, de escala... o modulando hacia determinadas zonas la composición y jerarquizando los elementos representados, ordenándolos a intervalos según una cierta secuencia periódica o cadencia.

Formato, tamaño, escala y proporción son elementos fundamentales para una correcta percepción de los agentes en términos de identificación y legibilidad. En una composición, el tamaño del agente establece un peso visual y una jerarquización, respecto al espacio que ocupa en la misma. Por tanto, su impacto visual en el conjunto y respecto a las partes, siempre será mayor cuanto mayor sea su tamaño.

Los elementos visuales no deben estorbarse creando confusión, sino que todos deben aparecer perfectamente resueltos, individualmente y entre sí constituyendo una unidad que asegure una determinada significación plástica y un sentido. Todos los componentes deben participar en ella equilibradamente, en un orden identificable y fácilmente comprensible, y estéticamente agradable, destacando aquello que nos interesa señalar (el agente en este caso particular).

La zona inferior de la imagen suele ser más estática y sólida que la superior que resulta más llamativa y más dinámica. La izquierda de la composición es más estable y permite colocar en ella pesos mayores sin parecer demasiado desequilibrado y además da sensación de espacio. Mientras que la situación en la parte derecha provoca sensación de pesadez y estrechez. Tampoco podemos olvidar que el tamaño del agente también influye, pues cuanto mayor sea, más importancia compositiva adquirirá.

#### 4. Recomendaciones

Se considera importante para una correcta función de los agentes que:

1. Su visibilidad y limitar el cansancio visual diseñando desde parámetros ergonómicos que faciliten y permitan centrarse en el contenido.
2. Utilizar diálogos simples y naturales para facilitar que el agente sea lo más simple posible, con un lenguaje lo más cercano posible a los usuarios.
3. Reducir la memorización de modo que los agentes proporcionen las instrucciones de uso cuando sea necesario, evitando que los usuarios tengan que hacer esfuerzos de memoria para recordar la información.
4. Reducir la complejidad de los agentes de manera que los usuarios no tengan que enfrentarse a situaciones o acciones diferentes para una misma función.
5. La aplicación interactiva con los agentes debe permitir que el usuario controle la velocidad con que se interactúa, sin sentir el desplazamiento y sin tener que sufrir esperas excesivas o velocidades extremas que le provoquen ansiedad.
6. Incluir mensajes de error con agentes de forma natural (sin utilización de códigos) haciendo referencia explícita al problema y sugiriendo, de forma constructiva, una solución.
7. Los agentes se deben mostrar como opciones de ayuda, de modo que aparezca cierta información fácilmente localizable y enfocada a ofrecer a los usuarios listas de actuaciones posibles para realizar una función o una localización.
8. Flexibilizar la presentación de los agentes, y los que aparecen en pantalla puedan modificarse y personalizarse a fin de satisfacer las preferencias de mayor parte de los usuarios.

#### Referencias

1. Aguiar, M.M. & Aguiar, K. "Normas básicas en el diseño de una interfaz gráfica de usuario". (1996). *Novática*, 121, 55-59.
2. Costa, J. And Moles, A. *Imágenes didácticas*. (1991). Barcelona: Colección CAC.
3. Dehn, D.M. and van Mulken, S. The impact of animated interface agents: a review of empirical research. *International Journal of Human-Computer Studies*, (2000). 52, 1-22.
4. Fo, D. *Manuale Minimo dell'attore*. (1998). G. Einaudi Editore.
5. Frutiger, A. *Der Mensch und Seine Zeichen (Signos, Simbolos, Marcas, Señales)*. (1981). Barcelona: Gustavo Gili.

6. Laurel, B. Interface agents: metaphors with character. En B. Laurel (Ed.) *The Art of HCI Design*. (1990). Reading, MA: Addison-Wesley.
7. Lillo, J.L. "Ergonomía evaluación y diseño del entorno visual". (2000). *El libro universitario*, Ed. Alianza. Manuales. Psicología y Educación. Madrid.
8. Moles, Abraham A. / Janiszewski, Luc "Grafismo funcional" *Enciclopedia del diseño*. (1990). Barcelona : CEAC.
9. Norman, D.A. How might people interact with agents? *Communications of the ACM*, (1994),37, 68-71.
10. Sanabria, Francisco "Información audiovisual: teoría y técnica de la información radiofónica y televisiva" (1994). Colección Bosch Comunicación 11. Barcelona, Bosch.
11. Shneiderman, B., and Maes, P. Direct manipulations vs. Interface agents: excerpts from debates at IUI'97 and CHI'97. *Interactions*, (1997). 4, 42-61.
12. Villafañe, J., Mínguez, N. "Principios de teoría general de la imagen" (1996) Edt. Pirámide Madrid
13. Wilson, M. Metaphor to personality: the role of animation in intelligent. (1997). *Proceedings of the IJCAI-97 Workshop on animated agents: making them intelligent*. Nagoya, Japan.



# Coordinación de visualizaciones en diferentes ventanas: el caso de la representación gráfica de datos estadísticos

F. W. Young<sup>2</sup>, P. M. Valero e I. Parejal

<sup>1</sup>Instituto de Tráfico y Seguridad Vial, Universitat de València, C/ Hugo de Moncada n, 2  
Entresuelo. Valencia 46010.

valerop@uv.es

<sup>2</sup>University of North Carolina at Chapel Hill. CB 3270 DA, Chapel Hill NC., USA 27599-  
3270.

forrest@unc.edu

**Resumen:** El siguiente artículo revisa algunas de las lecciones que hemos aprendido en relación con el desarrollo de sistemas de visualización de datos estadísticos que utilizan varias vistas. El texto se acompaña de ejemplos tomados del programa estadístico ViSta [1] desarrollado principalmente por el primer autor y con colaboraciones del resto de los autores.

**Abstract.** This paper summarizes the lessons we have learnt with regard to the development of visualization techniques for statistical data when using multiple views. The text goes with examples from ViSta [1], a statistical package developed by the first author with collaborations of the rest of authors.

## 1 Introducción

Hay ocasiones en que la información por sí misma es suficiente para nuestros objetivos. Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones, es necesaria una elaboración de esa información que nos permita obtener respuestas a las preguntas que nos hacemos. Las técnicas de visualización de la información pretenden llegar a representaciones que hagan más fácil esa elaboración. A partir de ellas, los usuarios son capaces de extraer conclusiones que de otro modo estarían escondidas tras la información en estado bruto. No obstante, estas representaciones no deberían ser estáticas sino que deberían posibilitar la posterior modificación de las representaciones para probar nuevas hipótesis, refinar las ya encontradas o, bien, poner a prueba lo ya averiguado. Existen en la actualidad una gran cantidad de esfuerzos en esa dirección como se puede comprobar en [2].

En resumen, las representaciones visuales deben ser capaces de proporcionar soporte al proceso de exploración de la información y necesitan adaptarse a los nuevos requerimientos que puedan surgir durante el proceso mismo.

Una de las conclusiones que a menudo puede extraerse de la utilización técnicas de visualización para análisis de la información es que no existe una única

representación que sea capaz de responder a todas las preguntas que se puedan plantear. Por el contrario, resulta muy conveniente observar varias visualizaciones de diferente tipo simultáneamente para combinarlas a la hora de comprender el problema en cuestión. Por ejemplo, en [3] se describe un ejemplo de un sistema multimedia que permite identificar complicaciones en niños durante el embarazo. Estas complicaciones se producen de una manera muy sutil y los médicos necesitan a menudo revisar simultáneamente datos fisiológicos mientras observan los movimientos de los niños. Los autores de [3] afirman que los diseñadores de sistemas de visiones múltiples a menudo cometen errores de diseño, introduciendo complejidades innecesarias e inconsistencias cuando intentan coordinar las diferentes visiones en la interfaz. Así, estos autores proporcionan recomendaciones para ayudar a los diseñadores a evitar estos errores.

Otro problema de importancia es el afrontado por [3], en donde se señala que a menudo existen programas capaces de llevar a cabo diferentes tipos de visualizaciones pero no existe manera de ligar esas visualizaciones con las producidas por otros programas. Este problema ha llevado a desarrollar un sistema para coordinar visiones múltiples. Este sistema permite aprovechar relaciones simples entre los datos de tal manera que la coordinación entre diferentes visiones pueda ser posible sin programación.

Un área dentro de la existe una cierta tradición de utilización de visiones múltiples es la de del análisis de datos estadísticos [5] [6]. En esta área existen una gran cantidad de gráficos que pueden ser más apropiados según el tipo de datos, la complejidad, las relaciones asumidas entre ellos, etc. Desde los años noventa ya se empiezan a formalizar técnicas que permiten conectar los diferentes gráficos estadísticos de tal manera que podemos hablar de visiones múltiples interconectadas [5]. Desde entonces ha habido una gran cantidad de exploración en interfaces que mejoran esos primeros intentos. El siguiente artículo expone nuestro trabajo en esa dirección así como los principios de diseño que hemos ido desarrollando en relación con él.

## **2 El caso de las representaciones gráficas de datos estadísticos.**

Introduciremos de una manera breve algunas de las representaciones gráficas de datos estadísticos. Esta descripción no pretende ser exhaustiva sino que sólo intenta ser un comienzo para la elaboración del resto del trabajo.

Para nuestros propósitos podemos distinguir entre representaciones gráficas simples y compuestas.

### **2.1 Representaciones simples.**

Como un ejemplo, en la figura 1 es posible ver varios gráficos que pueden ser apropiados en función de que nos centremos en una dimensión, en dos dimensiones, en tres, o en más de tres. Los datos corresponden al precio de una hamburguesa en diferentes capitales del mundo junto con el precio de otros y a los datos de supervivencia en el Titanic en función del Sexo, la edad y la clase en la que viajaban.

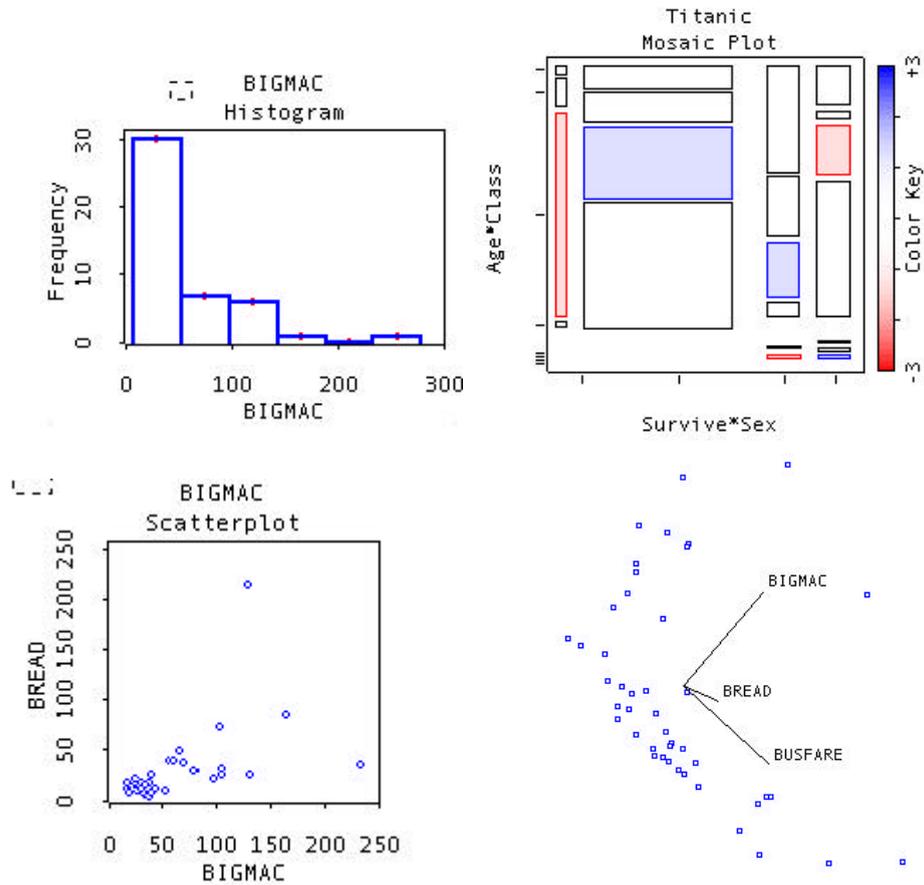


Fig. 1. Gráficos estadísticos simples

## 2.2 Representaciones compuestas.

En las representaciones compuestas, varios gráficos estadísticos son repetidos para formar un nuevo gráfico. Un ejemplo es la matriz de diagramas de dispersión. En ella, el mismo gráfico es repetido varias veces para varias variables. De esta manera es posible tener una impresión de las relaciones entre las variables de un conjunto de datos. La diagonal es aprovechada para mostrar un gráfico univariado y los nombres de las variables en la fila/columna.

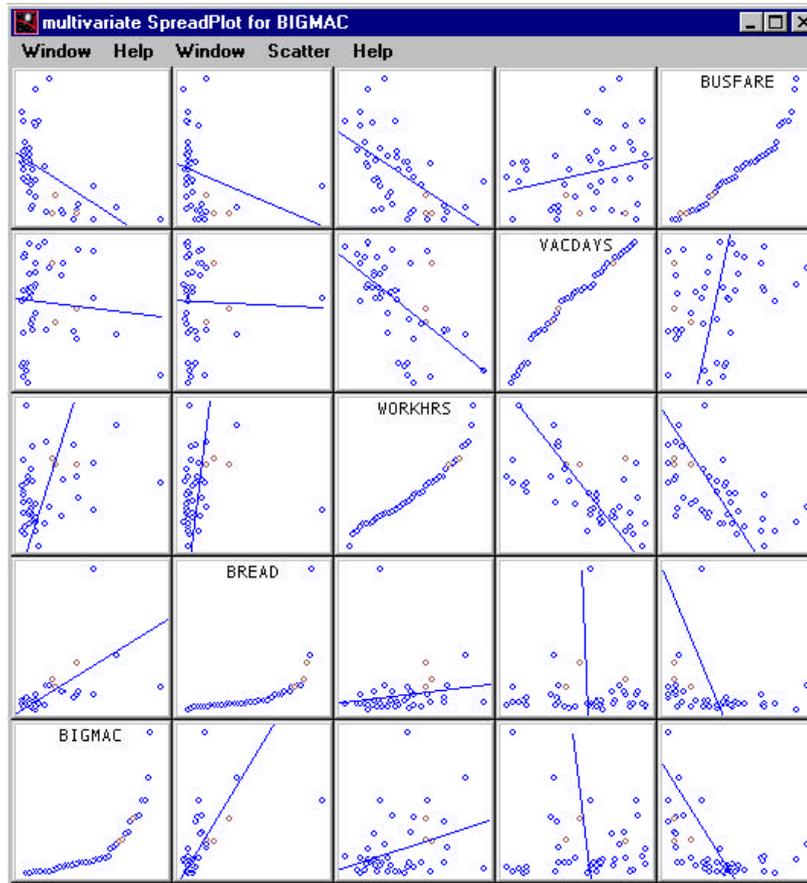


Fig. 2. Matriz de diagramas de dispersión

### 2.3 Visiones múltiples

Ya se trate de gráficos simples o compuestos lo cierto es que a menudo existe la necesidad de combinarlos y utilizar varios de ellos simultáneamente. Un ejemplo de estos puede observarse en la figura 3. Los datos a los que se aplica son los correspondientes a la supervivencia en el Titanic en función del género, la edad y la clase social de los pasajeros. En este gráfico se representa un modelo estadístico que para su correcta interpretación necesita de varios gráficos a la vez. Por ejemplo, el tamaño de los rectángulos en el gráfico de mosaico (margen superior derecha) son proporcionales al recuento de los casos para el cruce de variables. Esa información debe ser contrastada con el ajuste global que se observa en la ventana flotante de texto y en el gráfico de puntos y líneas que permite la comparación con el ajuste global de otros modelos. La información del modelo se muestra en la ventana de la izquierda en la que los elementos seleccionados son los considerados de relevancia en él. En este

caso se estaría probando un modelo según el cual la supervivencia no derivaría de la edad y del sexo de los viajeros ni de su edad y clase. Durante los dos últimos años hemos estado implicados en el desarrollo de gráficos de este tipo y ello nos ha llevado a una serie de consideraciones que discutiremos a continuación.

### 3 Consideraciones sobre el desarrollo de gráficos de visiones múltiples.

Cuando un sujeto se plantea explorar o analizar unos datos a menudo es necesario comparar una gran cantidad de modelos o hipótesis alternativos antes de alcanzar una conclusión. Así, aunque cada paso se realice de una manera rápida, llegar a extraer conclusiones de interés habitualmente necesita periodos largos de tiempo y muchas sesiones con la herramienta de análisis. En el caso de los gráficos estadísticos, el manejo simultáneo de varios de ellos puede resultar tan complejo que los usuarios pueden no ser capaces de llegar a ninguna conclusión de interés. Una forma de facilitar el trabajo al analista consiste en que el sistema produzca automática el gráfico adecuado según unas reglas [9]. Podemos plantear un índice, que llamaremos D/E, que correspondería con el cociente entre descubrimiento y esfuerzo. Un programa de ordenador que implemente gráficos estadísticos debería intentar maximizar este índice.

Para maximizar D/E creemos que los siguientes aspectos son de importancia:

- Disposición: Para aumentar al máximo D/E las ventanas deben ser dispuestas automáticamente en la pantalla de una manera correcta. Los gráficos deberían aparecer dentro de lo posible en una única ventana, siendo "ventanas paneladas" antes que ventanas separadas. El usuario debería por otro lado poder cambiar la disposición de las ventanas y mover o cambiar de tamaño estas ventanas. No obstante, debido a consideraciones de interpretabilidad es conveniente que esos cambios no distorsionen relaciones de proporcionalidad cuando no sea apropiado. Las modificaciones de la disposición deberían poder ser generales al mismo tiempo que individuales. Esto significa que, por ejemplo, cambiar de tamaño todos los gráficos simultáneamente debería ser posible mediante una acción simple.
- Interacción: Para maximizar D/E, las ventanas deberían responder a las interacciones con ellas de manera inmediata. En el ejemplo del conjunto de gráficos para análisis loglineal mostrado anteriormente, la selección de nuevos términos en la ventana de modelos produce automáticamente cambios en los diferentes gráficos y ventanas, de tal manera que el usuario no necesita actuar sobre ellos individualmente. Esto se consigue mediante un objeto estadístico que está especializado en el cálculo de los métodos utilizados, y en otro encargado de notificar a las demás ventanas que alguna de ellas ha cambiado y la forma en que es necesario reaccionar a ese cambio.
- Coordinación: Aunque sugerido en los puntos anteriores, es conveniente volver a incidir sobre la necesidad de coordinación entre gráficos estadísticos a muy diversos niveles. En [4] se intenta proporcionar un listado completo de las

posibles coordinaciones entre gráficos que es posible utilizar, y [3] explica el paradigma de conexión de datos y su importancia en análisis de datos. Un ejemplo de coordinación es cuando en ciertos gráficos, la escala de los ejes debe mantenerse constante para permitir la comparabilidad [5] De este modo, cambios en la escala del eje de un gráfico deberían ser propagados a los otros gráficos para evitar que se produjeran errores de interpretación.

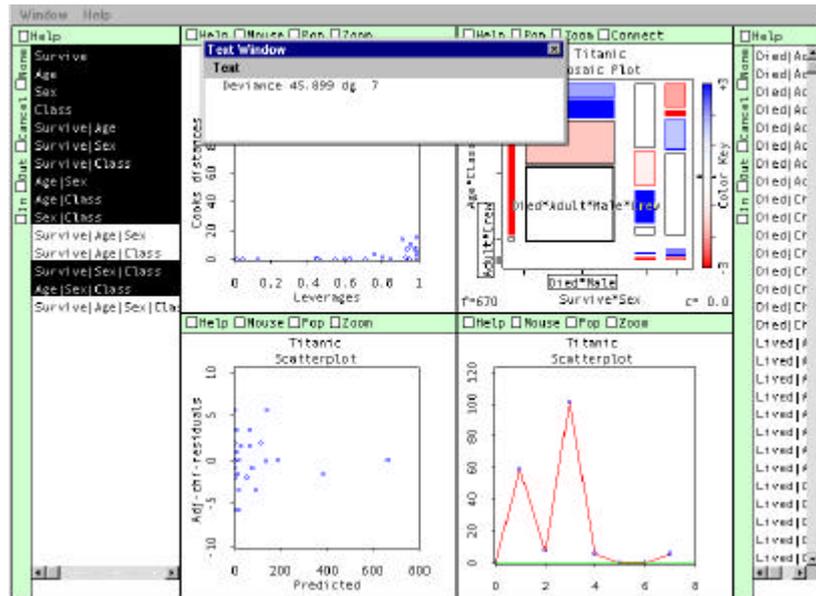


Fig. 3. Gráfico estadístico compuesto de gráficos simples

- Re-análisis: Para maximizar D/E, el modelo estadístico representado debe ocupar un papel activo en los gráficos. Si el usuario hace cambios en los gráficos que implican cambios en el modelo, las consecuencias deberían ser mostradas instantáneamente en los otros gráficos.
- Superar las limitaciones de la pantalla: Para maximizar D/E, debemos ser capaces de superar las limitaciones de tamaño y resolución impuestas por la pantalla. Como en el caso de los procesadores de texto [11], la información que va a ser mostrada es a menudo imposible que pueda ser mostrada en la pantalla simultáneamente. En los procesadores de texto, el modelo de la ventana que se desplaza a lo largo de un rollo infinito de papel parece haberse impuesto. En el caso de los gráficos estadísticos, existe un límite práctico de alrededor ocho o nueve gráficos que pueden ser mostrados en la pantalla simultáneamente. En la actualidad, nosotros solemos programar visiones disminuidas pero potencialmente significativas (por ejemplo matrices de diagramas de dispersión) como instrumento de interacción para mostrar gráficos a tamaños más realistas (por ejemplo, interactuar sobre una celda de una de estas matrices producirá una versión ampliada de ese gráfico en un

lugar prefijado). Este es un área que merece una elaboración más completa en un futuro.

- **Diversión:** Pero, por encima de todo, para maximizar D/E debemos lograr que los análisis estadísticos sean divertidos. Nuestra experiencia es que los análisis de datos implican un cierto grado de exploración basada en reglas que los usuarios (y nosotros mismos) disfrutan descubriendo. El resultado, si los conjuntos de datos utilizados lo permiten, a menudo llevan a interpretaciones que nos ayudan a entender aspectos de las cosas que por otro lado difícilmente podríamos determinar. Los gráficos dinámicos interactivos que hemos programado permiten un sistema en el que el análisis de datos es divertido. Y creemos que un analista que se está divirtiendo es uno que seguramente va a descubrir más cosas.

## Reconocimientos

Este artículo ha sido financiado en parte por el proyecto de investigación GV99-116-1-14 de la Generalitat Valencia

## Referencias

1. Young, F. W.: ViSta: The Visual Statistics System. UNC Psychometric Laboratory, Chapel Hill NC (1992)
2. Card, S. K., Mackinlay, J. D., Shneiderman, B. (eds.): Readings in Information Visualization: Using vision to think. Morgan Kauffman Publishers Inc, San Francisco (1999)
3. Wang Baldonado, M. Q., Woodruff, A., Kuchinsky, A.: Guidelines for using Multiple Views in Information Visualization, Proceedings of AVI 2000 Palermo (2000) 110-119
4. North, C., Shneiderman, B.: Snap-Together Visualization: A User Interface for Coordinating Visualizations via Relational Schemata. In: Proceedings of AVI 2000, Palermo (2000)
5. Wills, G.: Linked Data Views. Statistical Computing & Statistical Graphics Newsletter 10 (1999) 20-24
6. Velleman, P. F.: DataDesk Handbook. Data Description Inc, New York (1992)
7. Wilhelm, A. F. X.: A data model for interactive statistical graphics. Proceedings of the Section on Statistical Graphics. Baltimore (1999) 61-70
8. Becker, R. A., Cleveland, W. S. and Shyu, J.: The Visual Design and Control of Trellis Display. Journal of Computational and Statistical Graphics 5 (1996) 123-155
9. Mackinlay, J.: Automating the Design of Graphical Presentations of Relational Information. In Card, S. K., Mackinlay, J., Shneiderman, B. Readings in Information Visualization: Using vision to think. Morgan Kauffman Publishers, Inc. San Francisco. P.66-82.(1999)
10. Mihalisin, T., Timlin, J., Schwegler, J. Visualizing multivariate functions, data and distributions, In Card, S. K. Mackinlay, J., Shneiderman, B. Readings in Information Visualization: Using vision to think. Morgan Kauffman Publishers Inc. San Francisco (1999) 115-125
11. Dix, A.: Formal methods for interactive systems. Academic Press (1999).



# Espacios virtuales educativos como complemento a las actividades formativas clásicas en el ámbito de Internet

F. J. García\*, Á. M<sup>a</sup> Moreno\*, A. B. Gil\*, R. López\*\*, J. García\*\*

\* Departamento de Informática y Automática – Facultad de Ciencias

\*\* Departamento de Teoría e Historia de la Educación – Facultad de Educación  
Universidad de Salamanca

{fgarcia, amoreno, abg, riclop, carrasco}@usal.es

**Resumen:** Resulta cada día más evidente el impacto de la sociedad de la información en la que nos encontramos en todos los aspectos de nuestra vida cotidiana. En este sentido, también en las técnicas educativas pueden suponer cambios, especialmente en la mentalidad clásica de llevar a cabo la labor docente. Explorar nuevas técnicas, métodos y herramientas supone un reto para los formadores en su intento de rentabilizar estas tecnologías. En este artículo se presenta una propuesta para la creación y configuración de espacios virtuales educativos sobre la base de una serie de componentes educativos software destinados por una parte a potenciar la creatividad del docente, y por otra a abrir puertas en pro de actividades docentes en la red, que complementen las actividades docentes clásicas llevadas a cabo en el aula. Esta propuesta recibe el nombre de *Enclave*.

**Palabras clave:** espacio virtual educativo, teleformación, interacción persona-ordenador, componentes educativos software, sistemas de trabajo en grupo, interacción con Internet

## 1 Introducción

El auge de Internet en general, y de los servicios web en particular, ha traído consigo la aparición de espacios de trabajo virtuales diversos como metáforas de interacción entre personas pertenecientes a distintos colectivos profesionales que, aun estando diseminados geográficamente, tienen un lugar común de intercambio de información e intereses en dichos espacios virtuales, siendo canalizada la entrada a éstos mediante los tan popularizados portales de Internet. Ejemplo claro de esta virtualización de la vida cotidiana es el aumento de interés que socialmente están despertando las denominadas “empresas .com” y, en general, el comercio electrónico; el crecimiento exponencial de páginas WEB en las que instituciones y personas aportan información sobre procesos de actividad, recursos para la actividad, conocimientos de todo tipo... ampliando el espacio de comunicación colectiva más allá de los límites técnicos, económicos o de distribución que la comunicación escrita permitían. La Red constituye hoy el acumulador de experiencia y de conocimiento más imponente que jamás haya existido. Se potencia así la capacidad de memoria, función imprescindible para la actividad en la Zona de Construcción del Conocimiento y de configuración de la acción.

La enseñanza no es, y no debe ser, ajena a las posibilidades que abren las denominadas nuevas tecnologías. Los mecanismos primarios de la formación siguen estando, para todos los sujetos, en el mundo de la vida, para el sujeto particular y para la humanidad en su conjunto. La combinación de los servicios web con las capacidades hipermedia y multimedia debe ser canalizada a través de adecuadas interfaces de usuario, capaces de soportar toda esta potencia formativa, sin abrumar ni desbordar al discente.

La perspectiva que desde este artículo se desea transmitir, y por ende desde el grupo de trabajo e investigación de los autores, es que los espacios virtuales educativos no van encaminados a terminar con las actividades formativas presenciales tradicionales, sino que deben ser complementarios a éstas, permitiendo una mejora sustancial de la calidad tanto del canal de comunicación entre profesores y alumnos, como en los materiales docentes utilizados en el proceso educativo; todo ello sin descartar la apertura de nuevos caminos de formación mediante experiencias controladas de educación a distancia.

La defensa del mantenimiento de los medios educativos presenciales se justifica en que la condición de ser humano o ser inteligente, se debe de forma fundamental al contacto con otros seres humanos e inteligentes. De hecho, Aristóteles, hace ya más de 2000 años, definió al hombre como un *animal social por naturaleza*. Esto se refleja en el proceso de formación de los niños, donde la autoconciencia que les permite definirse como seres individuales sólo la adquieren en contacto con los demás. Cabe señalar, incluso, que al hombre le sería imposible desarrollar la inteligencia sin desarrollar el lenguaje mediante el cual se comunica con sus semejantes y que se aprende en sociedad [1].

Siguiendo esta filosofía, en este trabajo se presentan diferentes componentes educativos software que, bajo el epígrafe de *Enclave*, pretenden configurar un espacio virtual educativo, pedagógicamente diseñado para garantizar la correcta interacción de los participantes con las nuevas herramientas, así como para lograr la adecuada integración, tanto de los docentes como de los discentes, en un proceso formativo con una base virtual.

Así, el resto del artículo se organiza como sigue: en la segunda sección se comentan las posibilidades que ofrece y los riesgos que conlleva la aplicación de las NTIC (Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación) en los procesos educativos. En la tercera sección se presenta la filosofía *Enclave*, y de forma concreta algunos de los componentes educativos software que lo conforman. La sección cuatro cierra el artículo con las conclusiones del mismo.

## **2 Aplicación de las nuevas tecnologías en los procesos educativos: Los espacios virtuales educativos**

El contexto en el que se desarrolla el proceso formativo a comienzos del siglo XXI es muy diferente al que se tenía diez años atrás, siendo las NTIC las responsables y las protagonistas de los cambios sufridos.

Como factores clave de estos cambios cabe citarse [3]: el estatus de recurso activo de gran valor que toma la información; el aumento de la información en formato

digital, así como de usuarios finales consumidores de dicha información; la mayor necesidad de la formación continua de los profesionales, que exige modelos de enseñanza y aprendizaje más flexibles; y el asentamiento de una cultura de la globalización, que rompe barreras físicas y temporales.

Un espacio virtual educativo efectivo debe canalizar tres vertientes básicas de las NTIC. Primeramente, la capacidad de trabajo en red, que permita una localización geográficamente dispersa de los participantes y un sincronismo o un asincronismo de las actividades formativas, según sea necesario. En segundo lugar, facilidades multimedia e hipermedia que permitan contar con información digital heterogénea y representada en diferentes formatos (texto, gráficos, sonido...) pudiéndola relacionar fácilmente. Y por último, una interacción persona-ordenador sencilla, intuitiva, pedagógica y completa, soportada por interfaces de usuario donde se potencie la noción de usabilidad de las mismas, en lugar de buscar la espectacularidad y el encantamiento momentáneo del usuario.

La web es el ejemplo paradigmático de servicio que mejor integra los tres ejes descritos, siendo el caldo de cultivo idóneo sobre el que plantear la definición de un espacio virtual educativo, o portal educativo según la terminología web, aunque no el único.

Pero conviene advertir, en el marco de este congreso lo siguiente. En el contexto de la comunicación oral la propia biología humana deja evolutivamente dispuesto a la competencia oral en el marco social adecuado. La escritura, que aplica la capacidad gráfica humana a la comunicación simbólica, con el aprendizaje de la competencia en el uso de la interfaz lecto-escritora deja dispuesto el fundamento para convertir al sujeto en autor y productor de recursos para la comunicación, independientemente de su nivel, utilidad y calidad; desde el niño que redacta al literato que crea una obra maestra. El sistema informacional introduce un sistema de comunicación que se apoya en una Teoría (la Teoría de la información), en una tecnología (las Tecnologías de la Información y la Comunicación). Por ello, el sistema de comunicación informacional plantea dos categorías de producción de objetos, que requieren competencias diferentes: la de los que son capaces de producir teoría y tecnología (de Hardware y Software) y la de los que poseen los conocimientos que se pueden vehicular a través del sistema informacional. Precisamente, esta dicotomía de competencias es la que plantea la necesidad de reflexionar sobre el problema de las interfaces Sistema informacional-Usuario. Las interfaces más desarrolladas son las de Ordenador-Usuario, haciendo a éstos cada día más "familiares" y próximos a quienes no son ni científicos ni técnicos.

La aplicación del sistema de comunicación informacional a procesos de formación requiere de otras interfaces: las de facilitación de procesos de construcción de contenidos de formación mediante software de "segundo orden", que se convierten en facilitadores de actividad dentro del marco que posibilitan, p.e. herramientas de autor de "primer orden". A interfaces de "segundo orden" es a las que hace referencia el contenido de este trabajo.

## 2.1 Servicios de un espacio virtual educativo

En general, un espacio virtual educativo debe ofrecer un conjunto de servicios educativos funcionales a los participantes en el proceso formativo. Éstos pueden soportar una interacción *síncrona*, cuando los participantes están presentes “en línea” al mismo tiempo mientras se lleva a cabo el servicio, o *asíncrona*, cuando la presencia de todos los participantes no es requerida para desarrollar la actividad.

Los servicios educativos pueden clasificarse en cinco grupos no disjuntos entre sí [2]:

- *Servicios de comunicación:* Facilitan la comunicación entre los protagonistas del proceso formativo (estudiantes y profesores). En este grupo se incluyen servicios tan populares como el correo electrónico, foros de discusión (síncronos como el IRC, o asíncronos como los grupos de noticias), seminarios virtuales, videoconferencias o publicación de documentos en formato digital.
- *Servicios de información:* Ofrecen información genérica estructurada y dispuesta de forma eficiente para un uso específico. Ejemplo de este servicio son las páginas web.
- *Grupos de trabajo cooperativo:* Ofrecen la posibilidad de que varias personas trabajen juntas utilizando ordenadores y tecnología informática, facilitando el trabajo en equipo y un intercambio eficiente de información. Ejemplos de servicios de este grupo serían entre otros los seminarios virtuales con varios participantes activos, aplicaciones de tiempo real compartidas como escritura o dibujo cooperativos, sistemas de flujos de trabajo (*workflows*) o agendas comunes.
- *Servicio de administración:* Permiten la gestión administrativa de las diversas entidades que conforman el dominio del problema del ámbito educativo, esto es, profesores, alumnos, cursos, informes estadísticos...
- *Servicios de entretenimiento:* Son servicios, educativos o no, diseñados en su mayor medida para el ocio, como juegos en línea o tableros de noticias.
- Servicios y herramientas de autor mediante las cuales los formadores pueden producir unidades de actividad que, al tiempo que recuperan los modos escritos de oferta de conocimiento, pueden incorporar el modo oral, el icónico, y el audiovisual, dotados de reticularidad, organización topológicas y navegables en función de los intereses particulares del usuario.

Estos servicios quedan establecidos en el espacio virtual educativo dentro de un conjunto de componentes software de carácter pedagógico, junto a un repositorio de información, donde quedarán almacenados los diferentes activos de información que se intercambian en el proceso educativo.

La interacción de los participantes en dicho proceso educativo se hace a través de dichos componentes software, en sus versiones cliente y servidor, donde normalmente el cliente manejado es un clásico navegador web, que da acceso al resto de los componentes.

La configuración genérica de un espacio virtual queda reflejada en la figura 1.

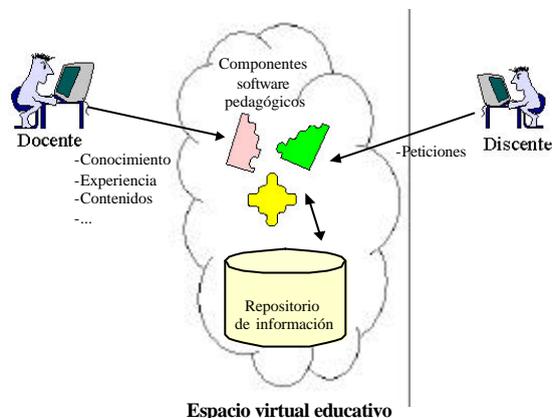


Fig. 1. Configuración de un espacio virtual educativo

## 2.2 Ventajas y riesgos de los espacios virtuales educativos

La entrada en escena de los espacios educativos virtuales aporta grandes ventajas que complementan positivamente el proceso educativo tradicional. Sin embargo, el trabajo con las NTIC implica cambios en muchas áreas, y también algunos riesgos. Ambos aspectos, ventajas y riesgos, van a tratarse en este subapartado.

La introducción de las NTIC en el proceso educativo aporta los siguientes beneficios potenciales:

- *Descentralización del proceso educativo:* El seguimiento de las clases desde lugares geográficamente distantes, ya sea de forma síncrona o asíncrona, potencia la enseñanza a distancia, las tutorías no presenciales y los seminarios virtuales.
- *Aumento de la calidad y la accesibilidad de los materiales didácticos:* Los multimedia cambian el concepto del libro tradicional, no buscando suplantarlos sino completarlos. El texto y las fotografías, se ven completadas ahora con datos en cualquier tipo de formato imaginable (vídeo, animación, sonido...), y localizados en cualquier lugar del mundo.
- *Procesos de aprendizajes personalizados:* Al tener acceso a materiales didácticos de calidad dentro de un proceso educativo asíncrono, el alumno puede progresar según su capacidad y tiempo.
- *Facilidad para el trabajo colaborativo:* El trabajo en equipo se ve facilitado desde el mismo instante en que mejoran y se potencian los medios de comunicación disponibles entre los participantes en una actividad docente.
- *Acceso universal a los recursos:* Permitiendo acceso a recursos localizados de prácticamente cualquier parte del mundo.
- *Capacidad de adaptación o configuración del entorno de trabajo:* El contexto de trabajo del usuario se adapta dependiendo de su nivel, su idioma u otras características, permitiendo un rendimiento más óptimo del interesado.

No obstante, las NTIC presentan también constricciones y riesgos más que desventajas o inconvenientes, normalmente derivados de su mala utilización, de su comprensión equivocada o de las complejidades inherentes al empleo de las NTIC como instrumento de autor. Entre aquellos riesgos cabe citar:

- *Desplazamiento de profesores y/o alumnos del proceso educativo:* Las NTIC obligan tanto a los docentes como a los discentes a un replanteamiento de la naturaleza de la enseñanza y el aprendizaje. Los profesores, en su papel de transmisores de conocimiento, deben aprender a manejar las herramientas que permiten canalizar su conocimiento y experiencia en materiales didácticos asimilables por los alumnos. Los alumnos deben estar abiertos a la utilización de las NTIC y a que las referencias de consulta no se limitan a las notas de clase.
- *Dispersión de la información:* Internet es una fuente inagotable de información, que fácilmente puede llegar a desbordar a cualquiera, y donde la calidad de los materiales accesibles es sumamente variable. Por este motivo, la mera existencia de información no basta para configurar un espacio virtual educativo [4], debe ser información contrastada, clasificada y accesible a través de los medios oportunos.
- *Falta de calidad en los componentes educativos software:* Los servicios educativos ofertados en un espacio virtual no siempre tienen la calidad suficiente para su uso efectivo. La calidad debe mirarse desde las perspectivas técnica y pedagógica, de forma que los componentes cumplan los requisitos para los que fueron diseñados, pero además lo hagan de forma que ayuden al proceso educativo. En este aspecto los mecanismos de interacción ofrecidos por las interfaces de los componentes software son de vital importancia. Una interfaz bien diseñada debe guiar al usuario (ya sea alumno o profesor) en la actividad docente en que se halle inmerso, mientras que una interfaz incorrectamente pensada perderá al usuario en el software, y lo más grave, en el caso de los alumnos, puede inducirles a errores de concepto graves que invaliden su proceso formativo.

Precisamente, en el grupo de trabajo de los autores en la Universidad de Salamanca, se está trabajando en el desarrollo de un conjunto de componentes educativos software para la definición de un espacio virtual educativo que se conoce bajo el nombre de *Enclave*.

En los componentes desarrollados está tratando tanto el potenciar las ventajas aquí citadas, como combatir los riesgos expuestos. Uno de los puntos donde mayor esfuerzo se está haciendo es en la definición de los elementos de interacción entre el usuario y los componentes software, descansando la parte técnica en los especialistas del campo de la computación y la parte pedagógica en los pedagogos del grupo de trabajo.

Algunos de los componentes de *Enclave* se presentan en el siguiente apartado.

### 3. Enclave: Componentes software para la definición de espacios virtuales educativos

El espacio virtual educativo *Enclave* pretende ser un portal educativo configurable a las necesidades de las actividades que en él vayan a tener cabida, cuidando siempre dos elementos decisivos: la accesibilidad y la mejora del aprendizaje.

A través de los componentes desarrollados, el proceso de aprendizaje se abre a todo tipo de alumnos, desde niños a adultos de avanzada edad. La optimización del aprendizaje se logra al flexibilizar el proceso, potenciando un sistema asíncrono de estudio, salvo para actividades concretas, normalmente dirigidas a un público especializado, concreto y de avanzados conocimientos.

Actualmente existen numerosos componentes desarrollados, que han sido ampliamente probados en diferentes experiencias educativas, y otros muchos se encuentran en desarrollo. Los componentes desarrollados evolucionan a nuevas versiones, buscando la mejora continua de sus prestaciones y, por tanto, del espacio virtual educativo que conforman.

Los componentes desarrollados pueden clasificarse siguiendo diferentes patrones de categorización, sin embargo, para los fines de este artículo se van a dividir en dos grupos: *componentes de autor* y *componentes de servicio educativo*.

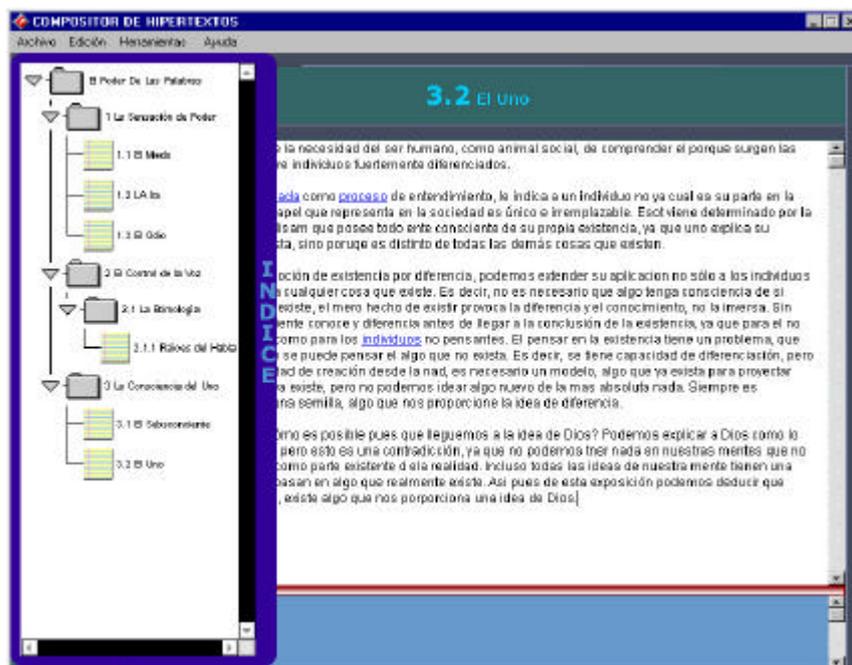
Los componentes de autor están orientados a que el docente genere materiales didácticos de calidad que incorporará de alguna manera al espacio virtual. Entre otros varios componentes desarrollados, cabe citar a: *el gestor de actividades* – destinada a la creación de unidades docentes, que incluyen problemas y su resolución; *el compositor de hipertextos* – herramienta destinada a crear documentos multimedia con estructura jerárquica con salida en ficheros XML; *el generador de guías académicas* [4] – que auxilia al docente en la creación de las guías de las asignaturas que imparte.

Los componentes de servicio educativo están destinados a dar soporte a actividades docentes concretas, en las que la colaboración es una característica fundamental. Entre otros varios componentes desarrollados, cabe citar a: *el seminario virtual* [5] – que permite la realización de seminarios, cuyos participantes están geográficamente distantes; *el tutor de ortografía* – destinado a que los niños aprendan y corrijan sus problemas con las reglas de ortografía del español; *el gestor para seguimiento de tesis* – que presenta un entorno para el seguimiento de trabajos académicos por parte de un tutor (tesis, tesinas o proyectos de final de carrera).

Como muestra de los componentes desarrollados se van a presentar el compositor de hipertextos, como ejemplo de los componentes de autor, y el seminario virtual, como representante de los componentes de servicio educativo.

#### 3.1 El compositor de hipertextos

Este componente está justificado por la dificultad que encuentran un gran número de docentes en crear material didáctico multimedia, principalmente por su desconocimiento de las herramientas de autor que se utilizan para estos menesteres, más pensadas para profesionales de la Informática que para los expertos en otras materias.



**Fig. 2.** Interfaz básica del compositor de hipertextos

Con el mayor acceso a las nuevas tecnologías de la información, los productos multimedia se convierten en un método de aprendizaje que aportan nuevas características en la labor docente en general. Éstos alientan la exploración, la autoexpresión y un sentido de propiedad al permitir a los estudiantes manipular los elementos que conforman un documento multimedia. Además, los medios multimedia hacen el aprendizaje estimulante, atractivo y divertido.

Con la incorporación de los entornos multimedia el rol del profesor, como un mero transmisor de conocimientos, cambia hacia funciones de organización de actividades de aprendizaje, otorgando al alumno una mayor autonomía y responsabilidad en la búsqueda de su formación. Se consigue, además, que el alumno juegue un papel más activo en el proceso educativo propiciado por las nuevas tecnologías, viéndose más motivado a utilizar las fuentes de información disponibles, así como aquéllas que se le recomiendan. Por otra parte, estas innovaciones provocan un cambio en el concepto de aula, vista como entidad física, de manera que va cobrando un mayor sentido la noción de aula virtual, espacio que el alumno puede utilizar sin restricciones de tiempo y espacio; realidad que se hace más patente con la incorporación de las facilidades telemáticas a la educación a través de Internet y la proliferación de portales virtuales dedicados exclusivamente a la educación. Todas estas aportaciones prometen un aprendizaje más efectivo que repercutirá positivamente en la posterior actuación del alumno en la sociedad actual.

El compositor de hipertextos es una herramienta de autor, que presenta dos modos de utilización, apropiados para el uso que cada docente vaya a hacer de la misma, de manera que se encapsule toda la complejidad de manejo de las herramientas actuales

en las facilidades que él necesita, y ofrezca como resultado un producto didáctico hipermedia y multimedia que se pueda distribuir en diferentes formatos (CD-ROM, páginas web, texto impreso...).

La base de trabajo es un documento con estructura jerárquica, típicamente accesible a través de un índice, donde cada unidad temática puede contener texto, material multimedia y enlaces a otras unidades o documentos.

El primer modo de utilización emplea la metáfora del navegador jerárquico que refleja la estructura del índice del documento que se está realizando. El usuario tiene la libertad de crear nuevos niveles cuando lo requiera. Existe una zona de trabajo en la que aparecen los contenidos asociados a la entrada del índice que haya sido seleccionada. En la figura 2 se muestra la interfaz de usuario del primer prototipo funcional del compositor de hipertextos.

En el segundo modo de uso está basado en la metáfora de las plantillas de contenido, de forma que el usuario cuente con algunas plantillas de unidad tipo predefinidas, en las que irá incluyendo los datos según la plantilla escogida.

Como facilidades añadidas, a parte de los servicios típicos de gestión de documentos, la herramienta incluye un manejador de bibliografía al más puro estilo LaTeX y los productos son almacenados en formato XML.

### 3.2 El seminario virtual

Los seminarios son actividades docentes de gran interés, pero que se ven seriamente comprometidos cuando los participantes se encuentran geográficamente distantes. Sin embargo, con una conexión a Internet y el software apropiado, organizar un seminario virtual es una tarea tan sencilla como poner de acuerdo a todos los participantes del mismo.

El software utilizado para llevar a cabo el seminario virtual se convierte así en el cuello de botella de esta actividad. Un análisis de los servicios que ofrecen los entornos de formación virtual existentes, como *WebCT* (<http://www.webct.com>) o *Blackboard* (<http://www.blackboard.com>), no parecen adecuarse de forma correcta a las características propias de los seminarios. El motivo de ello puede estar en que estas herramientas no se pensaron para este fin, careciendo de la guía de un experto en el área de educación para establecer sus características funcionales básicas.

El componente desarrollado intenta solucionar las carencias encontradas en las aplicaciones estudiadas, haciendo un especial hincapié en las facilidades de moderación, prácticamente inexistentes en los servicios tipo de *chat*, intercambio de material (documentos, imágenes, vídeos...) y en la presencia de una pizarra virtual donde desarrollar ideas, fórmulas...

El objetivo principal de este componente es permitir la realización de seminarios entre usuarios geográficamente distantes, y no necesariamente expertos en informática, sin que esto suponga limitación alguna en el desarrollo del mismo.

Funcionalmente el componente ofrece los siguientes servicios: diálogo entre los participantes, moderación del seminario, carga y descarga de documentos, capacidad de explicación gráfica (en una pizarra) y almacenamiento de los seminarios para su consulta *offline*.



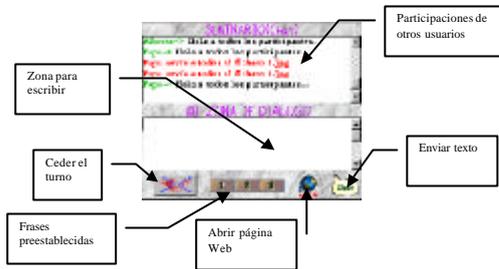


Fig. 4. Zona de diálogo

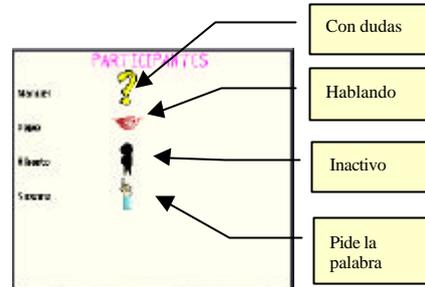


Fig. 5. Zona de identificación de participantes

### 3.2.2 Zona de carga y descarga de documentos

En esta zona, representada por la metáfora de un “corcho”, se van a depositar todos los ficheros que cada participante en el seminario desee tener disponibles para el desarrollo del mismo (figura 6). Estos ficheros pueden ser de diferentes formatos: textos, imágenes, sonidos... Cada uno de ellos aparece representado con un tipo de icono distinto, en caso de ser de un formato desconocido se identificará por un signo de interrogación.

Además, existe una herramienta, denominada chincheta (📌) por seguir el símil del corcho, que permite enviar cualquier fichero a todos los participantes simplemente colocando la chincheta sobre él.

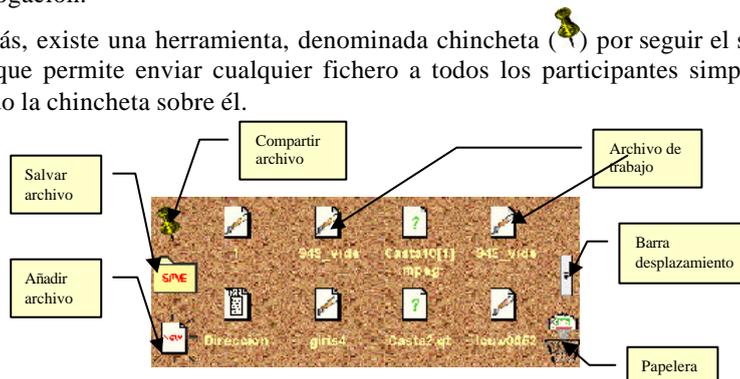


Fig. 6. Zona de carga y descarga de ficheros

Otra característica interesante es que el contenido de los ficheros puede verse en la zona de explicación gráfica, sin más que arrastrar el icono del fichero sobre ella.

### 3.2.3 Zona de explicación gráfica

La zona de explicación gráfica está representada en la interfaz de usuario mediante la metáfora de una “pizarra” (figura 7), y constituye una parte importante del componente. Permite emular a una pizarra clásica, aunque más versátil pues es posible visualizar en ella cualquiera de los ficheros depositados en el corcho, a semejanza de un proyector de transparencias.

Esta utilidad permite apoyar las explicaciones en dibujos, fórmulas, esquemas, diagramas... Adicionalmente, haciendo uso de elementos tradicionales como la tiza, o más modernos como el puntero láser, se puede hacer hincapié en aquellas partes que el ponente, en posesión de la palabra, considere necesario.

La barra de herramientas que acompaña a esta zona de trabajo está compuesta por las utilidades de *zoom*, tiza, subrayador, puntero láser, selección de color, borrar la pizarra, entera o parcialmente, deshacer y rehacer la última acción e ir a la última pizarra. Además, se puede disponer de varias pizarras e ir pasando de una a otra. Todo lo que se vaya mostrando en ellas se visualiza para todos los participantes del seminario.

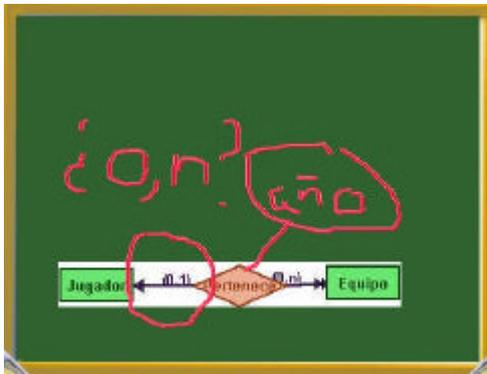


Fig. 7. Pizarra

## 4. Conclusiones

En este artículo se ha expuesto la visión que tienen los autores sobre la formación virtual concretada en los espacios virtuales educativos, que si bien no deben ser sustitutos de las prácticas docentes tradicionales, pueden servir de complemento y apoyo a éstas.

En este sentido se ha presentado *Enclave*, un conjunto de componentes educativos software destinados a la configuración de espacios virtuales educativos pedagógicamente definidos. Dos tipos de componentes se manejan, los de *autor*, pensados para apoyar al docente en la creación de materiales didácticos, y los de *servicios educativos*, definidos para dar lugar a experiencias docentes reales.

Entre los componentes de autor se ha presentado el *compositor de hipertextos*, como una herramienta para la creación de materiales didácticos multimedia. Este componente aún está en fase de desarrollo, siendo susceptible de importantes mejoras. Por su parte, como ejemplo de los componentes que ofrecen servicios se ha presentado el *seminario virtual*, donde el esfuerzo dedicado al diseño de su interfaz ha quedado patente en la facilidad de uso que han tenido sus usuarios en las diversas experiencias docentes en que se ha utilizado.

Ambos componentes tienen en común la herramienta de desarrollo, Macromedia Director. Esto surge como una restricción impuesta en un principio por el equipo de pedagogos que se incluyen en el grupo de trabajo, porque están muy acostumbrados a la forma de trabajo con productos realizados con esta herramienta. No obstante, aunque Macromedia Director da muchas facilidades para la creación de la interfaz de usuario y la obtención rápida de multimedias, en los casos que se han presentado en este artículo se ha necesitado hacer un gran esfuerzo por parte del equipo de desarrollo para solventar las limitaciones que esta herramienta imponía para la consecución de una funcionalidad tan compleja como la que era requerida (comunicaciones, trabajo con ficheros, acceso a Internet...).

## **5. Agradecimientos**

Este trabajo ha sido realizado conjuntamente, dentro de un ambiente de cooperación excelente, por miembros del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE) y del Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca.

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Junta de Castilla y León y la Unión Europea a través del Fondo Social Europeo mediante el proyecto de investigación SA002/01.

## **6. Bibliografía**

- [1] Brotons, J. R.: Enseñanza y Nuevas Tecnologías en el Futuro. *Novática* 145 (2000) 30-32.
- [2] García, J., García, A., López, R., Mompó, R., Navazo, M<sup>a</sup> A., Pérez, M<sup>a</sup> Á., Redoli, J., Regueras, L. M<sup>a</sup>, Rodríguez, B., Verdú, M<sup>a</sup> J.: *Nuevas Tecnologías y Educación. PCWEEK*. Editorial América Ibérica (1999).
- [3] Hare, C.: *New Technologies and Education of Information Professionals. Teoría de la Educación. Vol. 2* (2000).
- [4] Moreno, Á. M<sup>a</sup>., García, F. J., García, J. y Alonso, L.: Componentes Software para Entornos Virtuales de Educación. En las actas de las Jornadas UNED-2000 Conocimiento, Método y Tecnologías en la Educación a Distancia. (2000) 122-126.
- [5] Moreno, Á. M<sup>a</sup>., García, F. J., García, J. y Gutiérrez, A.: Seminario Virtual: Llevando los Espacios Virtuales Educativos a la Práctica. En las actas del 2º Simposio Internacional de Informática Educativa SIIE'2000. Editores M. Ortega y J. Bravo. Resumen en página 74 y ponencia en versión digital - CD-ROM (2000).



# Creación de cursos adaptativos en TANGOW mediante tareas, reglas y elementos multimedia

R.M. Carro, E. Pulido, P. Rodríguez

e-mail: {Rosa.Carro, Estrella.Pulido, Pilar.Rodriguez}@ii.uam.es

Escuela Técnica Superior de Informática  
Universidad Autónoma de Madrid  
Ciudad Universitaria de Cantoblanco  
Ctra. de Colmenar Viejo, km 15  
28049- Madrid – España

**Resumen.** En este artículo se describe, en términos generales, el proceso de diseño de un curso adaptativo accesible a través de Internet mediante el sistema TANGOW. En este proceso de diseño se establece una clara separación entre la estructura del curso, para cuya construcción se utilizan tareas y reglas docentes, y la asociación de contenidos a esta estructura. A continuación se analizan los distintos tipos de adaptación que pueden definirse durante el diseño de un curso entre las que se incluyen la adaptación en función del perfil del estudiante, las dependencias teóricas y prácticas entre tareas y la creación de distintas versiones de un mismo fragmento de contenido. Se describen, también, distintas aproximaciones metodológicas que facilitan la labor de diseño de cursos adaptativos. El artículo termina con algunas conclusiones y trabajo futuro.

**Palabras clave:** Educación adaptativa, Interacción con web, Sistemas multimedia

## 1 Un curso en TANGOW

TANGOW es un sistema para la construcción de cursos adaptativos accesibles a través de Internet. En este entorno, la palabra “adaptación” hace referencia al hecho de que un mismo curso pueda ser presentado de manera diferente a cada estudiante en función de algunas de sus características personales. Decidir cuáles son estas características y cómo se utilizarán para generar los distintos itinerarios curriculares es uno de los rasgos principales del sistema TANGOW (*Task-based Adaptive learner Guidance On the Web*) [1][2].

A lo largo de este trabajo se va a utilizar como ejemplo un curso real que ha sido generado con el sistema, a partir del cuál se analizarán las diferentes posibilidades de adaptación que ofrece TANGOW. El dominio del curso es “*El lenguaje HTML*”.

### 1.1 Tareas y reglas docentes

El proceso de diseño de un curso puede estructurarse, de forma general, en tres pasos fundamentales. Primeramente, es necesario detallar cuál será el contenido del curso. En el curso sobre “*El lenguaje HTML*” que planteamos como ejemplo los temas generales a tratar podrían ser: introducción, creación de páginas, temas avanzados y guías de estilo. En segundo lugar debe decidirse en qué orden se presentarán estos temas al estudiante. Por último, es necesario asociar contenidos, en forma de elementos hipermedia, a cada uno de los conceptos a tratar.

En TANGOW, estos tres pasos se llevan a cabo mediante la creación de tareas y reglas docentes. Una tarea corresponde a una unidad conceptual que puede tener una serie de contenidos asociados, aunque no necesariamente, y que puede descomponerse en tareas más sencillas. Cada una de estas descomposiciones de tareas en subtareas corresponde a una regla docente. La parte izquierda de la regla es la tarea compuesta y la parte derecha es una lista con las subtareas en las que se descompone la tarea principal. Las reglas docentes permiten también especificar en qué orden se presentan los temas al estudiante. A este respecto, existen distintas formas de secuenciación: puede especificarse que es necesario llevar las subtareas a cabo en el orden en que aparecen en la regla (secuenciación “AND”), en el orden elegido por el estudiante (secuenciación “ANY”) o puede ser suficiente llevar a cabo algunas de ellas, o exactamente una (secuenciación “OR” y “XOR”, respectivamente).

La Fig. 1 muestra la estructura básica del curso del ejemplo tal y como se diseñaría con TANGOW. La información que aparece corresponde a la forma en que se descompone cada tarea mediante una regla docente: los arcos asocian la tarea compuesta con sus subtareas y las etiquetas de cada arco indican el modo de secuenciación. En este caso se han utilizado dos modos, “AND” y “OR”. El modo “AND” se ha utilizado en aquellas descomposiciones que se considera afectan a conceptos que han de presentarse razonablemente de forma consecutiva. El resto de las descomposiciones es “OR”, lo que significa, en principio, que cualquiera de las subtareas es accesible al llegar a ese punto del curso

### 1.2 Relación entre tareas docentes y contenidos

En este apartado es necesario resaltar la separación existente en TANGOW entre la estructura y los contenidos de un curso. Dicha separación implica tanto que puede existir más de un elemento (fragmento de contenidos) asociado a una misma tarea, como que no es estrictamente necesario que todas las tareas incluyan contenidos “visibles”. De la primera de estas dos consideraciones se deriva la posibilidad de reutilizar el mismo fragmento de contenidos en diferentes partes del curso. Esta opción se examina detalladamente más adelante.

La segunda consideración se refiere al hecho de que el principal objetivo de la estructura definida en términos de tareas y reglas es determinar cuál es la secuenciación curricular entre conceptos, así como sus relaciones, y, sólo secundariamente, definir los elementos multimedia asociados a cada concepto. Por ello, a menudo es conveniente que la estructura del curso incluya algunas reglas de tipo ‘AND’ cuya única intención sea dividir una tarea docente compleja, entendida

como un único concepto a explicar, en subtareas que deben realizarse en un orden predefinido.

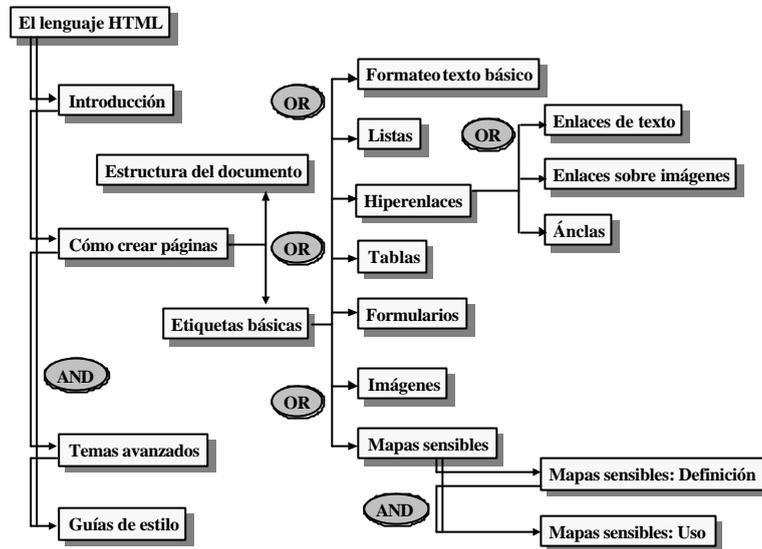


Fig. 1. Las reglas de “El lenguaje HTML”.

Este es el caso que se presenta en la figura 2, en la que la tarea de “Mapas sensibles” no incluye ningún texto para la introducción del tema, ya que la introducción propiamente dicha se puede hacer directamente en la primera de sus subtareas. En caso de que se deseara introducir el tema en la tarea raíz, bastaría con asociar el/los fragmento/s pertinentes en su definición (ver figura 3). Cuál es el diseño más adecuado en cada caso depende tanto de los objetivos concretos del curso, como de las preferencias de cada autor.

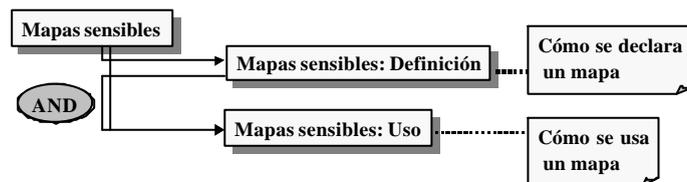


Fig. 2. Inclusión de contenidos sólo en subtareas.

Respecto a la edición de los distintos fragmentos que se utilizarán para la composición del curso, es conveniente examinar por anticipado si existen elementos (textos, imágenes, etc.) que se puedan utilizar en tareas diferentes.

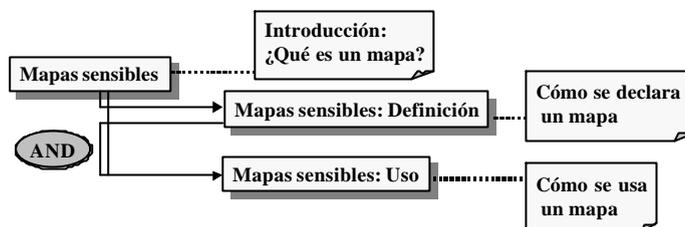


Fig. 3. Inclusión de contenidos en subtareas y en tarea principal.

En general, la reutilización de elementos será más sencilla cuanto mayor sea su fragmentación. Por ejemplo, si las tareas x e y se asocian respectivamente a los conceptos (A, B), y (C, B, D), tendría sentido que los contenidos de ambas se compusieran de más de un fragmento (uno por cada concepto) para que el fragmento asociado a B fuera el mismo en ambas tareas. Esta división no afecta a la presentación final de los contenidos, ya que cada página se genera dinámicamente a partir del conjunto de fragmentos activos.

La situación anterior podría darse en el ejemplo de referencia entre la tarea de “Enlaces de textos” y la de “Enlaces sobre imágenes”. En este caso, tendría sentido que el autor del curso optara por incluir la definición de “URLs” en ambas tareas. El fragmento asociado sería el mismo en ambos casos, como puede verse en la figura 4.

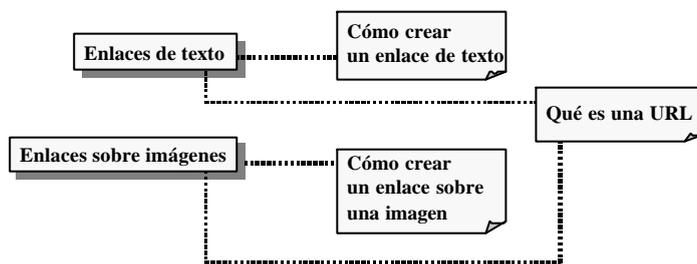


Fig. 4. Reutilización de contenidos en dos tareas distintas

Con este diseño, cualquier variación que se realice en el fragmento común se reflejará inmediatamente en las páginas que se presenten al acceder a cualquiera de las dos tareas, ya que en el sistema utiliza una única versión de cada elemento multimedia, con independencia del número de tareas que lo referencien. La figura 5 muestra la página generada para la tarea de “Enlaces sobre imágenes”, señalándose los dos fragmentos utilizados.

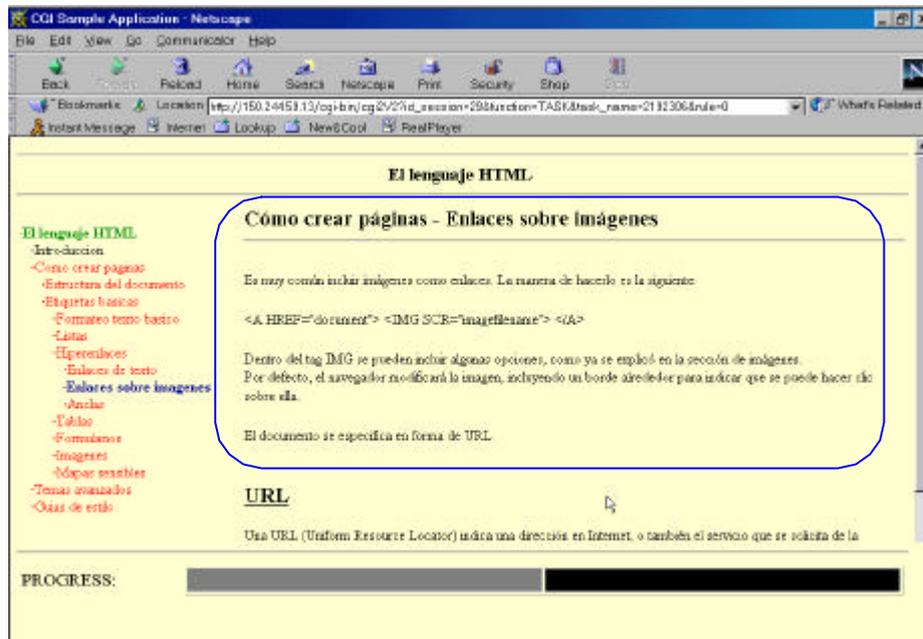


Fig. 5. La página generada para la tarea “Enlaces sobre imágenes”.

## 2 Adaptatividad en TANGOW

En esta sección analizamos los distintos tipos de adaptación que pueden definirse durante el diseño de un curso como el que ha sido presentado en la sección 1. Una de las características principales de los cursos TANGOW es que tanto su estructura como sus contenidos pueden adaptarse a los estudiantes dependiendo de varios factores. Esto se consigue estableciendo una distinción clara entre la estructura y el contenido de los cursos, e incluyendo la adaptación en cada una de estas partes como se considere conveniente. Las apartados siguientes tratan cada una de las posibilidades de adaptación en TANGOW.

### 2.1 Adaptatividad mediante tareas y reglas

Como ya se ha mencionado anteriormente, la estructura de un curso queda definida mediante la especificación de un conjunto de tareas y reglas docentes. Durante la especificación de este conjunto, es posible incluir algunas condiciones que permiten adaptar la propia estructura del curso a cada estudiante concreto, permitiéndole o no acceder a determinadas tareas docentes. El conjunto de tareas que se encuentran

disponibles para cada estudiante en cada momento concreto puede depender de aspectos tales como el perfil del estudiante o sus acciones previas durante su interacción con el curso, como es explicado a continuación.

**El perfil de estudiante.** El primer aspecto que un diseñador debe considerar es si existen perfiles de estudiante significativos. Estas características deben depender claramente del estudiante y ser permanentes durante el proceso de aprendizaje.

Las características consideradas en el perfil de estudiante pueden variar de un curso a otro, puesto que son dependientes del dominio. Las más comúnmente utilizadas en el diseño de cursos adaptativos con TANGOW-D son: edad, idioma, conocimientos previos sobre el tema objeto de estudio, estrategia de aprendizaje preferida, etc.

En el ejemplo que nos ocupa, el diseñador puede desear que a los estudiantes que no tengan conocimientos previos sobre HTML se les presenten, además de las explicaciones sobre cómo se define un mapa sensible y cómo se utiliza, ejemplos que faciliten la comprensión de los mapas sensibles. Para ello, debe definir dos formas distintas de descomponer la tarea “Mapas sensibles”, mediante dos reglas diferentes (ver figura 6). La primera regla incluye como condición de activación el método “novato”, que comprueba si el estudiante es novato en el tema de HTML. Si esto fuera así, se activa la segunda regla y el estudiante accederá a la subtarea “Mapas sensibles: ejemplos”, después de haber accedido a las tareas “Mapas sensibles: definición” y “Mapas sensibles: uso”, respectivamente.

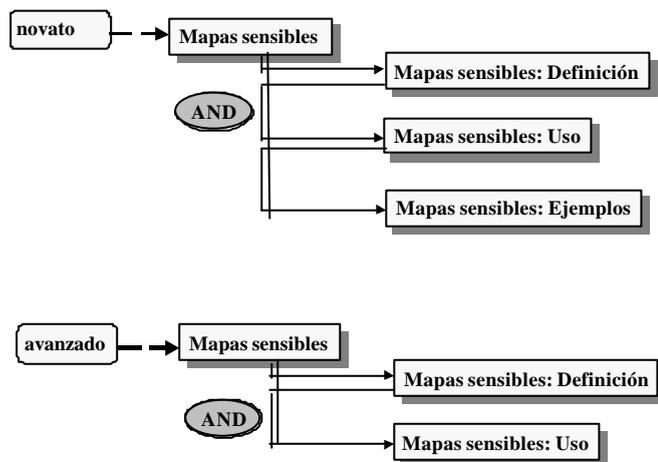


Fig. 6. El perfil de estudiante como condición de activación

**Dependencia entre tareas.** Las dependencias entre conceptos no están únicamente relacionadas con la linealidad, es decir, con el hecho de que el estudiante deba asimilar un concepto antes de que se le presente el siguiente, como ocurre con la tarea “Temas avanzados”, que no debe ser realizada hasta que no se haya realizado la tarea previa “Cómo crear páginas”.

En otros casos, existen conceptos que aparecen en distintas partes de la estructura de un curso pero que se encuentran relacionados, considerándose algunos de ellos

requisitos previos de otros. Este es el caso de algunas de las subtareas que aparecen en la composición de la tarea “Etiquetas HTML Básicas” a las que no tiene sentido permitir que el estudiante acceda antes de llevar a cabo otras tareas que se consideran requisitos previos. Concretamente, la tarea “Hiperenlaces”, no se encuentra accesible a menos que se hayan realizado las tareas “Formateo básico de texto” e “Imágenes”, dado que para comprender cómo se crea un hiperenlace a partir de un texto o de una imagen es necesario saber cómo se pueden incluir estos elementos en las páginas HTML. El establecimiento de este tipo de dependencias aparece representado en la figura 7 mediante líneas discontinuas.

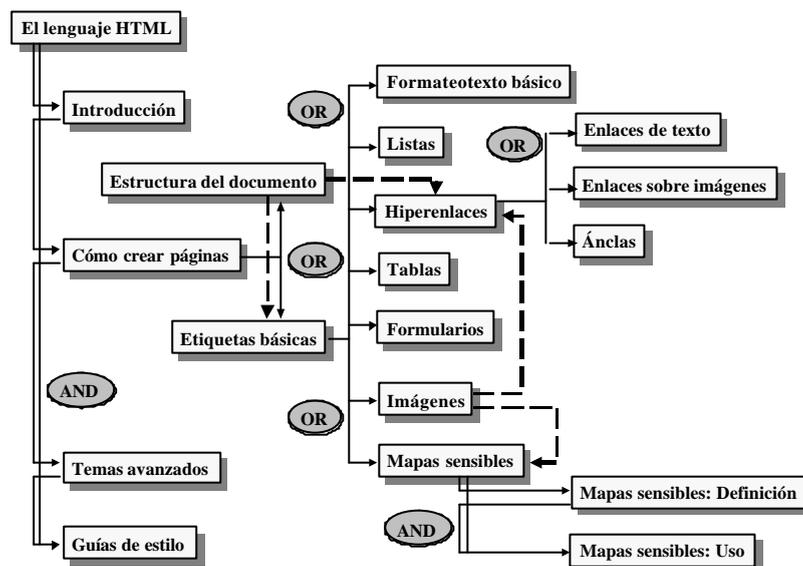


Fig. 7. Dependencias entre tareas

Las dependencias entre conceptos o tareas que están relacionadas con las acciones de los estudiantes cuando interactúan con el sistema pueden ser de tipo teórico o práctico, es decir, pueden controlarse tanto el número de páginas visitadas durante la realización de una tarea de tipo teórico como el número de ejercicios resueltos correctamente en una tarea de tipo práctico.

## 2.2 Adaptatividad con fragmentos hipermedia

TANGOW ofrece una posibilidad adicional de implementar adaptatividad dentro de un curso y es la de utilizar diferentes versiones de un mismo fragmento cada una correspondiente a un perfil de estudiante concreto. El sistema compondrá la página Web a presentar al estudiante eligiendo el fragmento que más se adecua a sus características personales.

### 3 Trabajos Relacionados

En la actualidad existen varias aproximaciones metodológicas para facilitar la labor de diseño de cursos adaptativos, todas ellas estrechamente ligadas a la representación interna utilizada por cada sistema. Por ejemplo, en ISIS-Tutor [3] se utiliza una red de conceptos como estructura básica del curso, sobreentendiéndose que cada nodo (concepto) de la red está asociado a un nodo del hiperespacio de contenidos, y asumiéndose que los enlaces entre conceptos corresponden directamente a enlaces entre nodos del hiperespacio asociado.

Una aproximación diferente se utiliza en Interbook [4], herramienta que permite transformar un curso clásico en formato electrónico, en un curso adaptativo. En este caso, el procedimiento a seguir por el diseñador es el siguiente: (1) crear una lista de los conceptos que constituyen el curso, (2) estructurarlos utilizando ciertos estilos predefinidos de MS-Word, (3) convertir el archivo Word resultante en un documento Word, transformando las anotaciones que se incluyen en el paso anterior en comentarios HTML, y (4) construir una lista de los fragmentos de contenidos, en cada uno de los cuáles se indica su posición en el archivo HTML original. La herramienta de diseño propuesta puede utilizarse tanto en modo principiante como avanzado.

Otra herramienta que facilita la generación de cursos adaptativos para la WWW es AHA [5]. Esta herramienta permite incluir adaptatividad en los cursos mediante la inserción de sentencias condicionales en las páginas HTML que contienen la información mostrada a los estudiantes. Estas sentencias actúan como filtros para decidir qué fragmentos de la página se muestran al estudiante y cuáles no. AHA está completamente basado en la WWW, pero el procedimiento de inclusión de adaptación se va convirtiendo en una tarea complicada a medida que va aumentando el tamaño de un curso, debido a la mezcla de contenidos, sentencias condicionales y enlaces en el mismo documento.

Similar es la aproximación seguida en CBook [6], donde los contenidos que componen los cursos son documentos HTML que incluyen sentencias condicionales escritas en C++, las cuales serán evaluadas para decidir cómo se presentará el documento a los distintos usuarios que accedan al mismo. En este caso, los diseñadores necesitan tener conocimientos de programación y del lenguaje C++ para poder diseñar los documentos que forman parte del hiperespacio.

Otra aportación es la de MANIC [7], que proporciona una herramienta para transformar cursos multimedia, realizados en forma de presentación automática con diapositivas, en cursos accesibles a través de la Web. En este caso, la adaptatividad del sistema se traduce en la posibilidad de que los estudiantes puedan evitar que el sistema les presente algunas de las diapositivas, aunque se proponen otras posibilidades dentro del mismo esquema, tales como la creación de distintas versiones de cada curso, una por cada modelo de estudiante.

En este entorno, también cabe destacar ANATOM-TUTOR [8], un sistema de apoyo a la enseñanza a estudiantes de medicina. Este sistema incluye tres modos de operación: visualización, interrogación e "hipermodo". En el "hipermodo", los conocimientos que se presentan a los estudiantes dependen de su nivel de conocimientos. Para ello se utilizan modelos de usuario que están asociados a un determinado conjunto de textos, y en cada paso se contrastan los textos realmente accesibles al estudiante con los contenidos en el modelo, de forma que aquellos que se

entiende el estudiante domina no le sean presentados de nuevo. Aunque el sistema se encuentra operativo, en este trabajo no se hace referencia a ninguna herramienta específica que facilite el diseño de cursos similares.

Y finalmente, merece la pena mencionar Dynamic Courseware Generator (DCG) [9], un sistema que representa los contenidos como un mapa que se utiliza para generar un plan del curso para cada estudiante. Los contenidos están separados de la estructura, y el proceso de diseño consiste en crear la estructura de conceptos y añadir enlaces que relacionen cada concepto con los ficheros HTML que pueden utilizarse para explicar dicho concepto. La definición de la estructura se facilita mediante un editor gráfico. En este sistema la adaptación está basada en el análisis de los conocimientos de los estudiantes, pero no se tienen en cuenta otros aspectos como su edad, preferencias, experiencia, etc.

## 4 Conclusiones

En este trabajo se examinan algunos de los factores que se han de tener en cuenta en el diseño de cursos adaptativos. Dicho análisis se particulariza a los cursos diseñados con TANGOW, un sistema para la enseñanza adaptativa a través de Internet.

El sistema TANGOW permite desarrollar cursos que se adapten tanto al perfil estático de los estudiantes, y a las acciones que realizan en su interacción con el curso, como a la estrategia de aprendizaje que éstos prefieran. Estas posibilidades de adaptación están estrechamente relacionadas con el hecho de que en TANGOW existe una separación explícita de la estructura del curso y de los elementos hipermedia que constituyen los contenidos de cada una de las páginas que se presenta a los estudiantes. Consecuentemente, para poder aprovechar las posibilidades que ofrece la herramienta, los diseñadores han de decidir sobre ambos aspectos del curso.

Respecto a la estructura del curso, los diseñadores han de decidir cuál será el desarrollo de cada itinerario curricular en función de los rasgos del perfil y de las interacciones de cada estudiante en el transcurso del curso. En este sentido, el itinerario puede variar tanto en el orden en que se presenten los distintos conceptos que forman el curso, como en la descomposición de aquellos que son más complejos, compuestos de otros de carácter atómico. Respecto a los contenidos que formarán cada página, se ha de decidir la forma en que se asociarán los fragmentos a las tareas, teniendo en cuenta las posibilidades de reutilización de contenidos que ofrece el sistema.

En la actualidad existen dos herramientas que facilitan la construcción de cursos accesibles mediante el sistema TANGOW: TANGOW-D y ATLAS. TANGOW-D (TANGOW Development) automatiza el proceso de creación y mantenimiento de cursos TANGOW y facilita la instalación de contenidos en el servidor de cursos. ATLAS (Authoring Tool for Adaptive educational Software design) [10] es una herramienta de autor que, mediante un entorno gráfico de edición, facilita la construcción de la estructura de los cursos TANGOW. Esta herramienta permite, además, instanciar la estructura del curso para un perfil concreto de estudiante lo que facilita la inclusión de adaptatividad dentro de los cursos.

## 5 Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), con los números de proyecto TEL97-0306 y TEL1999-0181.

## Referencias

1. Carro, R.M., Pulido, E., Rodríguez, P.: Dynamic Generation of Adaptive Internet-based Courses. *Journal of Network and Computer Applications*, 22. Academic Press (1999) 249-257
2. Carro, R.M., Pulido, E., Rodríguez, P.: Designing Adaptive Web-based Courses with TANGOW. *Advanced Research in Computers and Communications in Education*, Vol.2. IOS Press (1999) 697-704
3. Brusilovsky, P., Pesin, L.: ISIS-Tutor: An Intelligent Learning Environment for CDS/ISIS Users. *Proceedings of CLCE'94*, Joensuu, Finland (1994) Disponible en: [http://cs.joensuu.fi/~mtuki/www\\_clce.270296/Brusilov.html](http://cs.joensuu.fi/~mtuki/www_clce.270296/Brusilov.html)
4. Brusilovsky, P., Schwarz, E., Weber, G.: A Tool for Developing Adaptive Electronic Textbooks on WWW. *Proceedings of WebNet'96-World Conference of the Web Society*. AACE, Boston, MA (1996) 64-69
5. De Bra, P. Calvi, L.: AHA! An open Adaptive Hypermedia Architecture. *The New Review of Hypermedia and Multimedia*, 4. Taylor Graham Publishers (1998) 115-139.
6. Kay, J., Kummerfeld, R.J.: An Individualised Course for the C Programming Language. 2nd International WWW Conference "Mosaic and the Web" (1994) Disponible en: <http://www.ncsa.uiuc.edu/SDG/IT94/Proceedings/Educ/kummerfeld/kummerfeld.html>
7. Stern, M.: The Difficulties in Web-Based Tutoring, and Some Possible Solutions. *Proceedings of the workshop Intelligent Educational Systems on the World Wide Web*, 8th World Conference of the AIED Society, Kobe, Japan. (1997) Disponible en: [http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/AIED97\\_workshop/Stern.html](http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/AIED97_workshop/Stern.html)
8. Beaumont, I.H.: User Modelling in the Interactive Anatomy Tutoring System ANATOM-TUTOR. *Adaptive Hypertext and Hypermedia*. Kluwer Academic Publishers (1998) 91-116
9. Vassileva, J. (1997). Dynamic Course Generation on the WWW. *Knowledge and Media in Learning Systems. Proceedings of the 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED'97)*. Disponible en [http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/AIED97\\_workshop/Vassileva/Vassileva.html](http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/AIED97_workshop/Vassileva/Vassileva.html).
10. Macías, J. A. y Castells, P. Diseño interactivo de cursos adaptativos. 2º Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIIE'2000). Puertollano (Ciudad Real), 2000.

# Diferencias en el uso de Internet en alumnos de la Educación Secundaria Obligatoria

J. Jiménez<sup>1</sup> e I. Romera<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesor EU Magisterio. Avda. de Murcia s/n 18010. Universidad de Granada. España

<sup>2</sup> Residente de Psiquiatría. Beca Castilla del Pino en el Instituto Maudsley (Londres).

**Resumen.** En este trabajo se persigue un mayor conocimiento de los alumnos de la ESO que manejan Internet. En concreto, nos interesa conocer si ya están apareciendo problemas con su uso en estos menores. Para ello, subdividimos la muestra inicial de alumnos de la ESO que son usuarios de Internet según tres criterios estudiados ya por otros autores. La primera subdivisión se realiza según sea problemática o no la experiencia de los alumnos con Internet. En el segundo dividimos a los sujetos según su tiempo de conexión y en el tercero sobre su propia respuesta acerca de su consideración o no como dependientes de Internet.

**Palabras clave:** Internet, uso normal, uso anormal o problemático.

**Abstract.** In this work we pursue a better knowledge of ESO students users of the Internet. We are particularly interested in knowing if there are problems on them right now. With this purpose we subdivide the initial sample of students (users of the Internet) basing on three criteria already studied by other authors. The first subdivision is made taking in consideration if the student's experience with the Internet is either problematic or not. The second subdivision takes into account the connection length, and the third the students' own opinion of themselves as "Internet dependants" or not.

**Key words:** Internet, normal use, anormal or problematic use.

## 1. Introducción

Algunos autores han comenzado a estudiar al uso anormal de Internet cuando nosotros no conocemos aún qué es un uso normal.

Este trabajo tiene el objetivo de establecer algunas diferencias existentes entre los alumnos de la ESO que usan Internet de forma normal y los que tienen un uso problemático de la red de redes. Analizar esa problemática tiene como meta establecer pautas para una prevención adecuada de problemas de abuso de Internet y llevar a cabo intervenciones psicoeducativas con aquellos alumnos a los que un uso no controlado de la conexión a la red les lleve a tener problemas.

El objetivo final del trabajo no es buscar la adicción como patología de uso de Internet sino establecer parámetros que nos ayuden a explicar mejor desde el punto de vista psicológico y educativo cómo es el uso de Internet en los alumnos de la ESO y, si conlleva problemas, cómo son éstos, si están originados realmente por esta tecnología, cómo podemos establecer una graduación de soluciones, intervenir en ellos y, si es posible, prevenirlos.

El principal problema de esta investigación es que no existe un marco teórico sobre el uso de Internet a pesar de que ya están apareciendo usuarios que tienen muchos problemas debido a un uso no adecuado de su conexión a la red.

Algunos trabajos tratan muy superficialmente la problemática personal del uso de los ordenadores por los denominados “navegadores” o “browsers” [1]. Por ejemplo, los estudios de Steffy y Jones (1989)[2] concluyen que existen dos tipos de problemas psicológicos derivados del uso de los ordenadores. El primero es lo que ellos llaman “sobrecarga mental o fobia” y el segundo “el exceso de interés o ciberfilia”. Es evidente que es el segundo problema derivado el que más interés nos suscita. En concreto, conocer y explicar por qué el interés por Internet desplaza a otras actividades importantes para el desarrollo de los alumnos de la ESO.

Gismerra (1996)[3] mantiene que siguen faltando estudios experimentales, realizados con niños para determinar los efectos sobre la salud de estas nuevas tecnologías tanto inmediatos como a largo plazo que sean evaluados de forma continuada.

No se puede mantener el planteamiento de Ganuza e Ismail (1996)[4] que literalmente expresa que “el uso, mal uso o abuso de Internet depende de la inteligencia con la que se utiliza”, ya que existen otras variables, además de la inteligencia, que van a determinar un uso abusivo y posteriores problemas por la conexión a Internet, sobre todo en los menores de edad. Son justamente estas variables las que se intentan determinar, medir, ver su poder explicativo sobre el abuso y, si podemos y fuese necesario, tratar y prevenir en el futuro.

Una de las variables utilizadas en la mayoría de los estudios para diagnosticar una actividad como problemática es el tiempo que invierten los sujetos en dicha actividad. Numerosos estudios han documentado el número de horas de conexión de sus muestras en Internet [5], [6], [7], [8] y [9]. En otros trabajos se habla, explícitamente de adicción a Internet [10], [11], [12], [13], [14], [15] y [16].

Estos estudios encuentran siempre sujetos con un alto número de horas de conexión a Internet y, en muchas ocasiones, éstos sujetos superan el tiempo que habían planificado en sus conexiones. Éste será uno de los criterios que utilizaremos en nuestro estudio para dividir en dos subgrupos a los alumnos de la ESO y compararlos con respecto a algunas variables.

En nuestro país, la encuesta anual sobre medios de comunicación llamada estudio AIMC (1999)[17] aporta en sus resultados que el 26.9% de los usuarios está más de 10 horas a la semana conectado a Internet. Concretamente el 19.6% entre 10 y 30 horas/semana y el 7.3% de su muestra está conectado a Internet más de 30 horas a la semana.

De todas formas, no debería considerarse la variable tiempo invertido a la semana ni necesaria ni suficiente para considerar una actividad como adictiva. Pero sí puede hacer que la actividad se convierta en un problema al ir unida a otras variables como el gasto económico, la soledad, los problemas de sueño y otros.

La encuesta sobre medios de comunicación (AIMC) incluye un dato que puede ser esclarecedor: el 58% de los sujetos dice que la duración de su conexión en la última sesión fue de 30 a 120 minutos [17].

El grupo de Robert Kraut [18] señala como ventaja principal del correo electrónico el hecho de que abra muchas posibilidades a la comunicación con el exterior. Pero cierra la comunicación familiar y el apoyo social más cercano. Otra actividad, navegar por la red, es una herramienta de entretenimiento social pero compite con los contactos sociales porque hace perder mucho tiempo.

Una pregunta directa e indicadora de las dificultades que el uso continuado de Internet puede ocasionar en algunos sujetos es la de la dependencia a la conexión.

En el Internet Behaviour Questionnaire (IBQ) [6] se formula la siguiente pregunta: “¿consideras tu uso de Internet como de adicción o de dependencia?”. Realizada a 453 sujetos, el 10.6% consideran que sí, el 80.6% consideran que no y el 8.8% no contestaron a la pregunta.

En otras publicaciones se muestran datos sobre las características diferenciales de los sujetos que usan y abusan de Internet, pero el gran problema que nos encontraremos en este punto será el referido al propio concepto de uso normal y de abuso de Internet. Muchos autores pretenden solventar dicho problema con el número de horas semanales que los sujetos están conectados y situar un punto de corte por encima del que sitúan el abuso de Internet.

Otros autores imponen más criterios para considerar a los sujetos como abusadores usando los criterios del DSM-IV para la adicción. Incluyen los síntomas copiados del juego patológico para discriminar a los sujetos de sus estudios entre abusadores y no abusadores.

Veamos algunos ejemplos de características que diferencian a unos sujetos de otros dejando a un lado la mencionada cuestión metodológica para la discusión posterior.

El Instituto Federal Suizo de Tecnología [6] encuentra diferencias significativas entre grupos en las variables: gasto de horas por semana en IRC y en WWW, influencia negativa en ocupación, economía y socialmente, sentir gran necesidad de usar Internet cuando no estaban conectados algunas veces (“adictos” a Internet) frente a raramente (“no adictos”), anticipar una próxima sesión de Internet algunas veces (“adictos”) frente a raramente (“no adictos”), sentirse más nerviosos cuando su acceso a Internet se restringe algunas veces (“adictos”) frente a raramente (“no adictos”), deprimirse más a menudo después de usar Internet durante largo tiempo y mantienen que Internet tiene un papel en sus sueños más a menudo.

Leonard Holmes (citado por Young 1996[5]) mostró que las diferencias entre estudiantes que usan y estudiantes que abusan de Internet son que los segundos juegan más en red, usan más tecnologías sofisticadas FTP, realidad virtual y otras y no usan más IRC que otros estudiantes.

Nuestro objetivo es encontrar las posibles diferencias entre los alumnos de la educación secundaria que usan normalmente Internet y los que debido a la utilización que tienen de sus conexiones a la red tienen problemas.

## **2. Método**

### **2.1 Sujetos**

La muestra está compuesta por 40 alumnos de la Educación Secundaria Obligatoria de la capital de Granada que tienen en la fecha de pasación del cuestionario y las pruebas (noviembre de 2000) algún contacto con Internet.

Se ha realizado una división de los sujetos en dos subgrupos bajo tres criterios de asignación distintos con el fin de detectar las características diferenciales entre los sujetos que tienen un uso normal y los que tienen algún problema debido a su manejo con Internet.

### **2.2 Variables e instrumentos de medida**

Se ha utilizado un cuestionario elaborado por nosotros para este trabajo (ver apéndice 1) con el objeto de medir variables sociodemográficas como edad, sexo y curso, el número de horas de conexión semanal y las cuestiones relativas a sus experiencias con Internet.

Además, hemos escogido la Batería de Socialización BAS-3 [19] que consta de 75 cuestiones de respuesta sí/no con las siguientes 5 subescalas: a) Consideración con los demás (Co): detecta sensibilidad social o preocupación por los demás, en particular por aquellos que tienen problemas y son rechazados. b) Autocontrol en las relaciones sociales (Ac): recoge una dimensión claramente bipolar que, representa, en su polo positivo, acatamiento de reglas y normas sociales que facilitan la convivencia en el mutuo respeto, y en el polo negativo, conductas agresivas, impositivas, de terquedad e indisciplina. c) Retraimiento social (Re): detecta apartamiento tanto pasivo como activo de los demás, hasta llegar, en el extremo, a un claro aislamiento. d) Ansiedad social-timidez (At): extrae distintas manifestaciones de ansiedad (miedo, nerviosismo) unidas a reacciones de timidez en las relaciones sociales. e) Liderazgo (Li): detecta ascendencia, popularidad, iniciativa, confianza en sí mismo y espíritu de servicio.

### **2.3 Procedimiento**

Dividimos a los alumnos de la muestra según tres criterios de asignación distintos. Seguidamente se presentan cada uno de ellos.

Se han formado los subgrupos en cada criterio según la puntuación de los sujetos en las 7 preguntas del cuestionario. (ver Apéndice 1).

Criterio A. El subgrupo BAJO ( $n=17$ ) lo componen los sujetos que obtienen una puntuación inferior a 5 puntos en las siete preguntas del Cuestionario y el subgrupo ALTO ( $n=12$ ) son los que tienen más de 8 puntos en las preguntas.

Criterio B. El subgrupo BAJO (n=33) está formado por los alumnos que no se conectan a Internet más de 14 horas a la semana y el subgrupo ALTO (n=6) son los sujetos que se conectan más de 14 horas a la semana.

Criterio C. El subgrupo NO DEPENDO (n=32) son los alumnos que manifiestan que no tienen dependencia, adicción o están enganchados a Internet y el subgrupo DEPENDO (n=8) son los sujetos que han considerado que sí tienen dependencia, adicción o enganche a Internet según su propio criterio.

### 3. Resultados

Los datos que se muestran en la tabla 1 corresponden a la comparación de medias de las variables medidas en el cuestionario a los alumnos de la ESO que manejan Internet con respecto a los tres criterios de agrupación de alumnos anteriormente descritos.

**Tabla 1.** Diferencias entre grupos alto y bajo según tres criterios (a, b y c) en las variables sexo, horas a la semana de uso, actividades y problemática debida al uso de Internet

Variables	CRITERIO A (según la puntuación en las 7 preguntas). Alta n=12; Baja n=17				CRITERIO B (tiempo de conexión mayor o menor de 14 hs/semana) Alto n=6; Bajo n=33				CRITERIO C (se consideran dependientes de Internet) Depend n=8; No d. n=32			
	Gr	M	T	P	Gr	M	T	P	Gr	M	T	P
Sexo	Alta	1.00	4.53	.000*	Alto	1.33	0.14	.886	Dep.	1.12	1.35	.186
	Baja	1.65			Bajo	1.30			No d.	1.37		
Horas semana	Alta	9.75	-3.10	.005*	Alto	22.0	12.5	.000*	Dep.	14.1	-3.70	.001*
	Baja	2.88			Bajo	3.90			No d.	4.77		
Navegar	Alta	2.25	-3.56	.725	Alto	2.17	0.09	.926	Dep.	2.37	-0.88	.383
	Baja	2.13			Bajo	2.13			No d.	2.07		
Correo	Alta	2.08	-2.41	.024*	Alto	1.83	-0.17	.870	Dep.	2.00	-0.44	.660
	Baja	1.44			Bajo	1.90			No d.	1.83		
Juego	Alta	2.33	2.51	.019*	Alto	2.20	-1.05	.303	Dep.	1.57	2.99	.005*
	Baja	3.50			Bajo	2.87			No d.	3.07		
Trabajo	Alta	3.73	-1.21	.239	Alto	3.80	0.83	.411	Dep.	4.00	-1.55	.129
	Baja	3.19			Bajo	3.35			No d.	3.30		
Necesito	Alta	2.25	-5.84	.000*	Alto	1.83	1.59	.121	Dep.	1.75	-1.68	.102
	Baja	0.53			Bajo	1.09			No d.	1.06		
Deprimid	Alta	0.25	-0.39	.699	Alto	0.33	0.33	.740	Dep.	0.37	-0.68	.500
	Baja	0.18			Bajo	0.25			No d.	0.23		
Planif.	Alta	3.42	-6.97	.000*	Alto	2.50	1.00	.324	Dep.	2.62	-1.53	.134
	Baja	1.12			Bajo	1.91			No d.	1.84		
Nervioso	Alta	1.75	-6.42	.000*	Alto	1.40	1.72	.095	Dep.	2.00	-5.36	.000*
	Baja	0.30			Bajo	0.69			No d.	0.63		
Pesadilla	Alta	0.75	-1.81	.081	Alto	0.33	-0.13	.898	Dep.	1.04	-1.81	.079
	Baja	0.24			Bajo	0.38			No d.	0.58		
Regaños	Alta	2.00	-2.96	.006*	Alto	1.67	0.36	.722	Dep.	1.00	-1.07	.293
	Baja	0.77			Bajo	1.47			No d.	1.28		
Rabona	Alta	0.67	-2.25	.033*	Alto	1.50	3.57	.001*	Dep.	1.83	-3.31	.002
	Baja	0.00			Bajo	0.16			No d.	0.34		

La única variable con diferencias significativas utilizando los tres criterios es el número de horas a la semana.

Cuando los alumnos se agrupan según sus respuestas a las 7 cuestiones que reflejan la experiencia con Internet (apéndice 1) el número de horas del grupo de alta problemática difiere significativamente del grupo de baja problemática con Internet ( $t = -3.10$ ;  $p < 0.01$ ). Utilizando este mismo criterio A de creación de dos grupos de Alto y Bajo problema en su experiencia con Internet encontramos diferencias significativas para las variables sexo (son mayoritariamente varones  $p < 0.001$ ), prefieren la actividad de correo los del grupo Bajo más que los del grupo Alto ( $t = -2.41$ ;  $p < 0.05$ ) y tienen preferencia por el juego en red más los de Alto problema y menos los de Bajo problema con Internet ( $t = 2.51$ ;  $p < 0.05$ ). En las otras actividades no hay diferencias.

Dentro de las cuestiones todas no son significativas. Las preguntas “¿te sientes deprimido después de una larga sesión de Internet?” y “¿sueñas o tienes pesadillas con Internet?” no son contestadas de diferente manera de forma significativa por ambos grupos.

Si el criterio de agrupación tiene en cuenta solamente el número de horas que los alumnos están conectados a Internet (criterio B) resultan significativas dos variables: la mencionada variable llamada horas a la semana (por la propia naturaleza de la agrupación elegida) y la respuesta a la pregunta “¿has dejado de ir a clase por ir a Internet?” que contestan afirmativa, significativa y más frecuentemente los alumnos que se conectan 14 o más horas a la semana ( $t = 3.57$ ;  $p < 0.01$ ).

Cuando el criterio utilizado es el C, es decir, los sujetos se agrupan según su consideración como dependientes o enganchados a Internet resultan diferentes respuestas en las variables del número de horas a la semana que están conectados, el juego en red y la respuesta a la pregunta número 6. Es decir, los alumnos que se consideran en algún grado dependientes del acceso a red están un número significativamente más alto de horas a la semana conectados ( $t = -3.70$ ;  $p < 0.01$ ), prefieren más la actividad de juego en red ( $t = 2.99$ ;  $p < 0.01$ ) y responden afirmativamente con más frecuencia a la pregunta “¿te sientes ansioso o muy nervioso antes de una sesión de Internet?” ( $t = -5.36$ ;  $p < 0.01$ ).

Como muestra la tabla 2, solamente en una variable medida por el Inventario de Socialización (BAS-3) llamada autocontrol en las relaciones sociales y sólo en el criterio de agrupación C hay diferencias significativas entre el grupo que se considera en algún grado dependiente de Internet y el grupo que no se considera dependiente en grado alguno ( $t = 2.56$ ;  $p < 0.05$ ).

En las demás escalas de dicha prueba de socialización y en los otros criterios no existen diferencias significativas entre los grupos.

**Tabla 2.** Diferencias entre grupos alto y bajo según tres criterios (a, b y c) en las escalas del inventario de socialización BAS-3

BAS	CRITERIO A (según la puntuación en las 7 preguntas). Alta n=12; Baja n=17				CRITERIO B (tiempo de conexión mayor o menor de 14 hs/semana) Alto n=6; Bajo n=33				CRITERIO C (se consideran dependientes de Internet) Dep n=8; No d. n=32			
	Gr	M	T	P	Gr	M	T	P	Gr	M	T	P
Co	Alta	12.09	0.03	.980	Alto	13.00	0.75	.459	Dep.	13.29	-1.22	.230
	Baja	12.12			Bajo	12.12			No d.	12.06		
Ac	Alta	8.00	1.25	.224	Alto	7.60	-1.17	.250	Dep.	6.61	2.56	.015*
	Baja	9.53			Bajo	9.21			No d.	9.62		
Re	Alta	0.73	0.44	.662	Alto	1.40	-0.14	.890	Dep.	1.71	-0.23	.823
	Baja	1.00			Bajo	1.58			No d.	1.47		
At	Alta	2.36	1.49	.147	Alto	7.60	-1.29	.206	Dep.	2.14	1.45	.156
	Baja	4.00			Bajo	9.21			No d.	4.03		
Li	Alta	7.10	-0.29	.772	Alto	7.80	0.84	.408	Dep.	8.14	-1.33	.191
	Baja	6.77			Bajo	6.64			No d.	6.56		
S	Alta	6.45	-0.52	.606	Alto	6.80	0.45	.655	Dep.	6.71	-0.53	.597
	Baja	6.06			Bajo	6.42			No d.	6.31		

#### 4. Discusión

En este trabajo mostramos que los sujetos con más problemas de uso de sus conexiones (elegimos 3 criterios distintos para separar uso normal y uso problemático) no difieren significativamente en sus medidas de socialización con los sujetos que no tienen problemas. En concreto, en las escalas de Consideración con los demás, Autocontrol, Relaciones Sociales, Retraimiento Social, Ansiedad Social/Timidez y Liderazgo. Solamente en el caso de los sujetos que se consideran dependientes de Internet es significativo su menor autocontrol en las relaciones sociales frente al grupo que no se consideran como dependientes.

En nuestro estudio, se ha encontrado que el 12.5% de los alumnos de la ESO les ha afectado personalmente su conexión a Internet. Nuevamente debemos definir mejor para profundizar en el concepto “personalmente” pero es un dato que nos indica los problemas y las necesidades que crea Internet en nuestros alumnos.

Tres sujetos contestan que *muchas veces* o *siempre* sienten gran necesidad de estar en Internet cuando no pueden acceder por algún motivo. Suponen el 7.5% de la muestra. Es necesario conocer su historia reciente con Internet y ver si realmente este medio les está perjudicando. Un tercio de la muestra sienten gran necesidad con distinta frecuencia de conectarse cuando no lo están.

Parece que nos estamos creando una nueva necesidad como la del teléfono o el procesador de textos que es la de estar conectado a Internet. Cuando se mantiene comunicación por correo electrónico con distintas personas, se aprende un determinado juego, se muestra interés diario por las noticias o es imprescindible para el trabajo el uso de Internet es evidente que se tiene, a veces, gran necesidad de estar conectado cuando no se está.

Partimos de los estudios realizados hasta la fecha en otros países (EEUU, Suiza, Australia principalmente) que utilizan el mismo medio de Internet para difundir y pasar sus cuestionarios (con todos los problemas metodológicos que supone esta estrategia) y de algún estudio exploratorio en España.

Este acercamiento inicial nos ayuda a determinar la aceptación de Internet por parte de los alumnos de la ESO y las características de su uso.

Nos ha servido para confirmar, como sospechábamos, la existencia de alumnos que tienen problemas por un uso abusivo de Internet, bien porque puede estar restándoles tiempo de otras actividades importantes para su completo desarrollo (tareas académicas, familiares, relaciones con iguales y otras) o bien porque la propia actividad les hace sentirse nerviosos, ausentes, agresivos, o con cierta dependencia como algunos de ellos han afirmado.

Se han documentado suficientemente las diferencias existentes entre muestras seleccionadas en distintos países. Por ejemplo, el estudio citado por el Instituto Federal Suizo de Tecnología (1996)[6], que utilizaba a 23.000 sujetos de todo el mundo, encuentra diferencias de utilización de Internet entre EEUU (67.5% de varones y 32.5% mujeres) y Europa (89.5% varones frente a 10.5% de mujeres). Es necesario hacer estudios en nuestro país, sobre esta tecnología que ya viene implantándose en el terreno educativo con un “notable retraso” con respecto a otros países como afirma Francisco Aliaga (1996, pág. 356) [20].

Futuros estudios deberían hacer un seguimiento a medio y largo plazo para confirmar el abuso de la conexión a Internet por parte de sus usuarios o si se trata de un uso abusivo temporal explicado por la novedad y por el atractivo inicial.

## Referencias

1. Romero, L.F.: *Publicar en Internet: guía práctica para la creación de documentos HTML*. Santander: Univ. de Cantabria (1998)
2. Stefly B.D. Y Jones J.W.: The psychological impact of video display terminals on employees web-being. *American Journal of Health Pronostics*, 4, 2, 101-107 (1989)
3. Gismerra, S.: *Ordenadores y niños. Guía práctica para la prevención de riesgos en la Salud*. Madrid: Pirámide(1996)
4. Ganuza, J.L. e Ismail A.: *Internet en la educación*. Madrid: Anaya (1996)
5. Young, K.S.: *IAD. Internet Addiction Disorder* (1996)  
[Disponible en <http://www.netaddiction.com>.]
6. Institute for hygiene and applied physiology: *Internet Behaviour Questionnaire (IBQ)*. Switzerland: ETH (1996)
7. Brunner, V. : Parameters of Internet use, abuse, and addiction: the first 90 days of the Internet Usage Survey. *Psychological Reports*, 80, 879-882 (1997)
8. Scherer, K.: *College life online: healthy and unhealthy Internet use*. Paper presentado en la Convención anual de la American Psychological Association. August (1997)
9. Morahan-Martin, J. y Schumaker, PH.: *Incidence and correlates of pathological Internet Use*. Paper presentado en la convención anual de la American Psychological Association. August (1997)
10. Walter, J.B.: *Communication addiction disorder: concern over media, behavior and effects*. Paper presented at the Annual Convention of the America Psychological Association. Boston, August (1999)
11. Suler, J.: *To get what you need healthy and pathological Internet use* (1996)

- [Disponible en <http://www1.rider.edu/~suler/psycyber/eatlife.htm>]
12. Suler, J.: Computer and cyberspace addictions: one interview with Morris Jones about this article (1996). [Disponible en <http://www1.rider.edu/~suler/psycyber/eatlife.htm>]
  13. Squires, B.P.: Internet Addiction. Canadian Medical Association Journal 154, 1823 (1996)
  14. Grohol, J.M.: What's normal? How much is too much when spending time online?(1997) [Disponible en <http://www.psychcentral.com/pageone.htm>]
  15. Grohol, J.M.: Internet addiction guide (1999) [Disponible en <http://www.psychcentral.com/pageone.htm>]
  16. Davis, R.A.: A cognitive-behavioral model from pathological Internet use (PIU) (1999) [Disponible en <http://www.victoriapoint.com/PIU.htm>]
  17. AIMC. Encuesta anual sobre medios de comunicación (1996, 1999) [Disponible en <http://www.aimc.es/aimc/html/intert.html>]
  18. Kraut, R., Lundmark, V., Patterson, M., Diesler, S., Mukopadhyay, T. Y Scherlis, W.: Internet paradox: a social technology that reduces social involvement and psychological well-being?. American Psychologist, vol.53. 9, 1017-1031 (1998) [Disponible en <http://www.apa.org>]
  19. Silva, F. Y Martorell, M.C.: BAS. Batería de socialización. Versión de autoevaluación. Madrid, TEA (1985)
  20. Aliaga, F. (1996). Enredados: aplicaciones y experiencias de Internet en España con interés educativo. Bordón 48 (3), 355-360 (1996).

## **Apéndice 1. VARIABLES DEL CUESTIONARIO A ALUMNOS DE LA E.S.O.**

1.- Sexo. 2.- Edad. 3.- Curso ESO. 4.- Nota media del curso pasado. 5.- ¿Cuántas horas a la semana estás metido en INTERNET?. 6.- ¿Consideras que tienes dependencia, adicción o estás enganchado a INTERNET?.

En las cuestiones sobre su experiencia en Internet los alumnos eligen entre las opciones: nunca, raramente, alguna vez, muchas veces o siempre.

1.- ¿Sientes gran necesidad de estar en INTERNET cuando no puedes acceder por algún motivo? 2.- ¿ Te sientes deprimido después de una larga sesión de INTERNET? 3.- ¿ Planificas una próxima sesión en la RED? 4.- ¿ Te sientes ansioso o muy nervioso antes de una sesión de INTERNET? 5.- ¿ Sueñas o tienes pesadillas con INTERNET? 6.- ¿ Te han regañado en casa por usar INTERNET? 7.- ¿ Has dejado de ir a clase por ir a INTERNET?



# Nuevos paradigmas de interacción en el aula del siglo XXI

M. Ortega<sup>1</sup>, M. A. Redondo<sup>1</sup>, M. Paredes<sup>2</sup>, P. P. Sánchez-Villalón<sup>3</sup>, C. Bravo<sup>1</sup>, J. Bravo<sup>1</sup>

Grupo CHICO

<sup>1</sup> Escuela Superior de Informática, Paseo de la Universidad s/n,  
Universidad de Castilla - La Mancha  
13071 Ciudad Real

{mortega, mredondo, cbravo, jbravo}@inf-cr.uclm.es

<sup>2</sup> Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología,  
Universidad Rey Juan Carlos  
28933 Móstoles, Madrid  
m.paredes@escet.urjc.es

<sup>3</sup> Escuela Oficial de Idiomas, Paseo de la Universidad s/n,  
Ministerio de Educación y Ciencia  
13071 Ciudad Real  
ppsanch@fimo-cr.uclm.es

**Resumen.** En este trabajo se presentan los principios y planteamientos de los trabajos que el grupo CHICO de la UCLM está llevando a cabo con objeto de estudiar los métodos y mecanismos para diseñar lo que hemos denominado el Aula del Siglo XXI, un aula en la que los principios de computación ubicua y de la colaboración se ponen al servicio de la enseñanza asistida por computador.

## 1 Introducción

El uso de las computadoras en todos los ámbitos se ha popularizado durante los últimos años, en paralelo con la disminución de los precios y el aumento de la potencia y versatilidad de las mismas. No se puede afirmar lo mismo de su utilización en ambientes educativos, donde la introducción de las computadoras, aún siendo gradual, no llega a los niveles de uso necesario para producir el salto cualitativo que su uso puede permitir. Y es que el simple hecho de colocar el computador en el aula no asegura su utilización.

No obstante, hay datos [1] que confirman que las enseñanzas medias (Higher Education en USA) están sufriendo actualmente el cambio más significativo desde hace muchas décadas, cambio que viene directamente influenciado por la utilización de las computadoras en el aula.

Los miembros del grupo CHICO (Computer Human Interaction and Collaboration), están llevando a cabo un ambicioso proyecto que centra en la exploración y búsqueda de nuevas tecnologías interactivas que sean susceptibles de aplicarse en el aula y de esta forma intentar transformar el concepto tradicional de

clase. En particular, se están llevando a cabo estudios y desarrollos para convertir el aula en un ambiente de computación ubicua y colaboración asistida por computadora para solucionar problemas complejos.

Se ha introducido, en cierta medida, el ordenador personal en el aula pero su utilización no está cumpliendo con las expectativas iniciales, al igual que ocurrió inicialmente con los medios audiovisuales y otras herramientas similares. Ni los intentos de proveer tanto materiales y software para las asignaturas como la formación en su uso, ni la motivación inicial están llevando a un uso generalizado. Parece ser que hay elementos primarios en la actividad educativa en el aula que no pueden ser desplazados sin más por otros que produzcan en teoría el mismo o mejor resultado. Hay hábitos sociales que pueden evolucionar pero que no pueden ser sustituidos sin más. Nos referimos, por ejemplo, al uso de elementos como la pizarra, el papel y el lápiz. La computación ubicua permitirá hacerlos evolucionar, sin sustituirlos.

En este artículo presentamos los primeros desarrollos y la arquitectura de las primeras implementaciones que se han abordado, así como los fundamentos de las mismas. En el apartado 2 se introduce el concepto de interacción ubicua y el hardware necesario para hacerla posible, según la visión de Mark Weiser [2], aplicada a los desarrollos actuales y de acuerdo a nuestra visión de la computación ubicua. En el apartado 3 se describen los principios en los que se apoyan las ideas de colaboración en un entorno de las características del que nos ocupa. El apartado 4 describe el modelo que hemos adoptado para las primeras implementaciones. En concreto, se presenta un ejemplo de clase ubicua para la enseñanza de idiomas, realizada como un experimento real. Por último, el apartado 5 enumera algunas conclusiones que ya se han obtenido y se fijan las direcciones por las que continuará este trabajo.

## **2 Computación Ubicua**

La computación ubicua como paradigma de interacción fue introducida por Mark Weiser en 1991 después de sus trabajos en los laboratorios de Xerox PARC en Palo Alto [2]. Este nuevo paradigma desplaza el concepto de uso de la computadora distribuyendo múltiples computadoras de poca potencia a lo largo del entorno, y tratando ocultar su presencia y utilización [3], es decir, la computación ubicua pretende ampliar la capacidad computacional a todo el entorno mediante la distribución de pequeños y muy diversos dispositivos que presentan ciertas características interactivas, todos ellos conectados a servidores de una mayor potencia. El diseño y situación de estos dispositivos debe estudiarse rigurosamente según la tarea que realizan. De este modo, la responsabilidad computacional se desplaza diluyéndose en el entorno, intentando conseguir una idea de omnipresencia [4].

En el ya muy famoso artículo de Weiser [2] y en algunas referencias posteriores [5] se describe con detalle la filosofía de cambio que persigue la omnipresencia del computador en nuestra vida, pasando a prestarnos ayuda sin que su trabajo sea intrusivo para nosotros. La solución propuesta por dicho autor consiste en disponer de redes inalámbricas de computadoras que intercambian información entre ellas y

sirven de mecanismo de interacción. En los ambientes ubicuos hay tres tipos de computadoras: “marcas”, “tabletas” y “pizarras”.

Las marcas son máquinas pequeñas de unos pocos centímetros parecidas a etiquetas pero que a diferencia de éstas son activas, incorporan un pequeño microprocesador y tecnología de infrarrojos que hace que radien la identidad y la situación del portador. Esta información puede servir para abrir puertas con sólo acercarse a ellas, o amoldar la información presentada en una pantalla a la del portador de la marca.

La tabletas del tamaño de una pantalla LCD se utilizan en la misma forma en que usamos el papel, un libro o una revista. Presentan un enlace de comunicación mediante radio con canales suficientes para que puedan funcionar cientos de dispositivos de este tipo por persona y habitación. El objetivo de estas tabletas no es llevarlas permanentemente consigo sino utilizarlas allí donde se encuentran sin ningún tipo de identidad asociada, característica que las hace radicalmente diferentes de los computadores portátiles.

Por último, las pizarras tienen el tamaño habitual de las de una clase y sirven como dispositivo para mostrar información como monitor de vídeo, tablón de anuncios, expositor, o incluso como pantalla compartida para cargar información procedente de las marcas y tabletas o descargarla a éstas. Para manejarlas se utilizan trozos de "tiza" electrónica inalámbrica.

En el Centro de Investigación de Xerox en Palo Alto diseñaron estas computadoras [6] y en un artículo posterior de Weiser [5] este autor afirma que es en los campus universitarios donde su idea de la computación ubicua puede tener más aceptación. En 1.999 Ortega [7] apuesta por la implantación de este nuevo paradigma en el aula con fines educativos, presentando algunos de los beneficios de tipo educativo que aportará su utilización. Soloway [8] considera que los dispositivos de tipo handheld o PDA presentan un nuevo aliciente en el camino por potenciar el aprendizaje por descubrimiento mediante la realización de experiencias que surgen a partir de los principios del paradigma de computación ubicua, considerando estos dispositivos como controles remotos de una pizarra de grupo. Propone diseñar dispositivos y periféricos que sirvan para captura de datos en el entorno real mediante la utilización de dispositivos handheld. Posteriormente estos datos serán enviados a un servidor que los presentará para su discusión en grupo.

El sueño del computador ubicuo está a punto de hacerse realidad con estas herramientas (capacidades de cálculo y dispositivos que se pueden interconectar sin cables). Como sugieren algunos autores [8], si añadimos la posibilidad de utilización de los handheld interconectados mediante redes inalámbricas ya tenemos prácticamente el sistema descrito por Weiser en el año 1991.

### **3 Sistemas Colaborativos con soporte para interacción ubicua**

Desde el punto de vista del aprendizaje es necesario destacar la teoría del aprendizaje colaborativo como pilar importante en nuestros planteamientos. En la búsqueda de un marco teórico para emplear como referencia cabe destacar el paradigma CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) [10]. Este paradigma se nutre

principalmente de las teorías del constructivismo social [12], las teorías sobre la cognición situada y compartida [12,13,14] y sobre todo la teoría histórico-cultural soviética surgida a partir de los trabajos de Vygotsky [9]. Según este autor *"En un escenario colaborativo, los estudiantes intercambian sus ideas para coordinarse en la consecución de unos objetivos compartidos. Cuando surgen dilemas en el trabajo, la combinación de su actividad con la comunicación es lo que conduce al aprendizaje"*.

Muchos han sido los sistemas que se han desarrollado basándose en los principios del paradigma CSCL, por citar algunos: el proyecto "Collaborative Visualization" CoVis y su "Collaborative Notebook" [15], CSILE [16], CaMILE [17], KIE [18], C CHENE [19], SCOPE [20], etc. En la universidad española cabe destacar los desarrollos aportados por un grupo de la UNED en DEGREE [21], y en la modestia requerida tenemos que citar al propio grupo CHICO que apuesta con fuerza por estos principios en DomoSim-TPC [22,23,24]

No obstante, cuando pretendemos fusionar los principios del CSCL y de la computación ubicua hay que tener presente otras consideraciones. En este sentido nos atrevemos a establecer una clasificación de sistemas según las características de ubicuidad que incorporan y según el modelo de colaboración que adoptan:

Sistemas que solamente soportan carga y descarga de archivos.

Los sistemas de este tipo implementan mecanismos de descarga de archivos desde un servidor a dispositivos móviles para posteriormente trabajar "off-line". Finalmente el trabajo realizado puede ser transferido al servidor para su almacenamiento. Para abordar el diseño de un sistema de este tipo es suficiente disponer de un PDA o Handheld y herramientas software basadas en el modelo cliente del e-mail o el del propio Web.

Sistemas que soportan colaboración con discusión asíncrona.

Con objeto de aumentar las pobres características para trabajo en grupo de los sistemas anteriores aparecen otro tipo de sistemas, que además de la funcionalidad de los anteriores, incorporan herramientas que hacen posible la discusión, argumentación y justificación del trabajo realizado a escala individual frente al grupo. Estos sistemas definen espacios de trabajo individuales y espacios de discusión en grupo, incluso en algunos casos espacios de resultados, pero solo mediante herramientas de tipo asíncrono.

Sistemas que soportan colaboración sincrónica en tiempo real

La discusión asíncrona aporta innumerables beneficios desde el punto de vista social, sin embargo, en un gran número de situaciones y dominios se hace imprescindible disponer de herramientas que permitan la interacción y comunicación en tiempo real. Los sistemas que soportan participación y discusión en tiempo real son los más completos pero también los más complejos. En estos, además de la definición de espacios de trabajos hay que recurrir a la definición de sesiones y protocolos de trabajo [25] que estructuren y conduzcan la interacción de los participantes con el sistema.

Podemos citar algunos de los trabajos de Soloway y sus colaboradores [26] como ejemplo de este tipo de sistemas, aún susceptibles de mejora en materia de colaboración.

El grupo CHICO en sus desarrollos está apostando por sistemas que soportan colaboración en tiempo real y que se apoyan en la computación ubicua como nuevo paradigma de interacción para construir el modelo que Ortega [7] planteaba como aula del futuro, ahora ya en el presente.

#### 4 Un modelo de clase electrónica para el aprendizaje de idiomas

Nuestro objetivo pasa por la definición de un modelo de aula que se apoye en los principios de la computación ubicua y el aprendizaje colaborativo asistido por computador siempre como sistema de bajo coste, para aplicarlo a la enseñanza de idiomas como caso de estudio.

Así pues, describimos la arquitectura que planteamos, que se muestra en la figura 1. Posteriormente damos los detalles más importantes sobre la aplicación al caso de estudio.

##### 4.1 Arquitectura para soportar computación ubicua y colaboración en el aula.

La arquitectura se apoya en la utilización de diversas tecnologías de red sin hilos, en algunos casos recurriendo a dispositivos comerciales, e incluye los siguientes elementos:

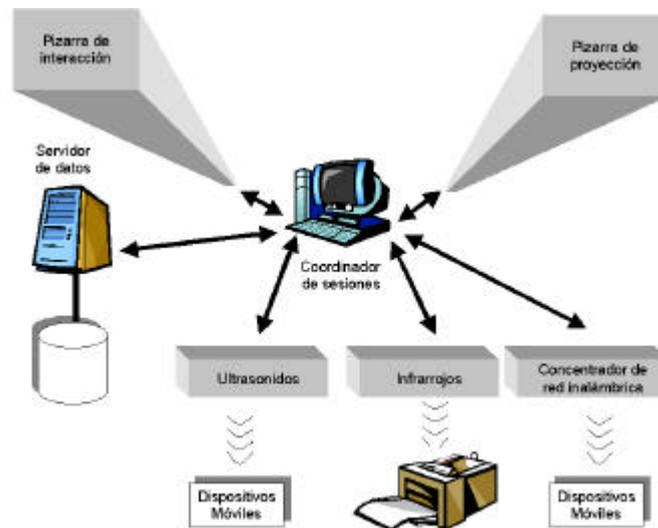


Fig. 1. Modelo para soportar computación ubicua y colaboración.

##### Red inalámbrica

Como red inalámbrica utilizamos un producto comercial, ELSA AirLancer™, que sustituye el cableado estándar de red de área local (Local Area Network, LAN) por enlaces de radio, dando lugar a redes de área local sin hilos (Wireless Local Area

Network, WLAN) que incorporan la misma funcionalidad que una LAN, pero además facilitan la integración de dispositivos móviles. Las tarjetas de red sin hilos utilizan el estándar IEEE 802.11b que es una modificación del IEEE 802.3 para Ethernet. Este estándar utiliza un rango de frecuencias de tipo ISM (Industrial, Scientific, Medical) que va desde 2,4 a 2.483 GHz, con un ancho de banda de 11 Mbps. Presentan un alcance de hasta 300 metros en campo abierto y alrededor de 30 metros en edificios, con una velocidad media de transferencia de 5,5 Mbps, que proporciona una solución excelente para el entorno de un aula.

#### Emisión y recepción de infrarrojos

La transferencia de información por infrarrojos se realiza haciendo uso de dispositivos que incorporan el estándar IrDA (Infrared Data Association) [27], que se diseñó especialmente para comunicación entre dispositivos de tipo palmtops, ordenadores portátiles y terminales de telefonía móvil. En la actualidad existen multitud de periféricos que incorporan puertos de comunicación de este tipo para enlace y comunicación sin hilos, pero cuando no es así se puede recurrir a su ampliación mediante dispositivos IrDA que se conectan directamente al puerto serie RS232.

#### Dispositivos de ultrasonidos

En nuestro modelo la tecnología de ultrasonidos se emplea para determinar la posición de los dispositivos móviles que incorporan un dispositivo emisor para estar localizados, del mismo modo que Weiser empleaba las marcas activas. Existen dispositivos comerciales de este tipo, incluso a muy bajo coste que se emplean para tareas tan simples como puede ser la toma de medidas de longitud. No obstante, nosotros recurrimos a trabajos anteriores que ya se desarrollaron en nuestra universidad para robótica móvil [28] que proporcionan medidas con un margen de error de un par de centímetros.

#### Pizarra de proyección

Como pizarra de proyección empleamos un retroproyector conectado a una tarjeta VGA del computador que utilizamos como coordinador. De este modo, cuando se considera oportuno se puede proyectar información sobre una pantalla blanca.

#### Pizarra para edición

Además de la pizarra de proyección empleamos un dispositivo capaz de captar lo que se dibuja o escribe con rotulador (o tiza electrónica) sobre una pizarra. Una vez captada, esta información puede ser procesada y enviada a todos los dispositivos móviles a través de la red inalámbrica, compartiendo esta información en tiempo real. Existen algunos trabajos de investigación en esta línea como los descritos en [29] y que se basan en visión artificial. Sin embargo, nosotros hemos optado por un dispositivo de tipo comercial y de bajo coste que se denomina *mimio*<sup>TM</sup> de Virtual Ink<sup>TM</sup> y constituye un hardware portable y fácil de utilizar para almacenar, reproducir e imprimir la información dibujada sobre una pizarra blanca. Incluye un sensor en forma de barra para colocar en un lateral de la pizarra que se conecta con una serie de sensores para colocar en rotuladores y un elemento para borrar o limpiar la pizarra. Este dispositivo por sí solo constituye una potente herramienta para hacer presentaciones y compartir información a través de una intranet o incluso Internet. La

conexión de *mimio* al computador coordinador de sesiones se realiza mediante un puerto serie RS232, pero por lo expuesto anteriormente nada impide hacerlo mediante un enlace IrDA. Se están desarrollando en este sentido ensayos para lograr este objetivo.

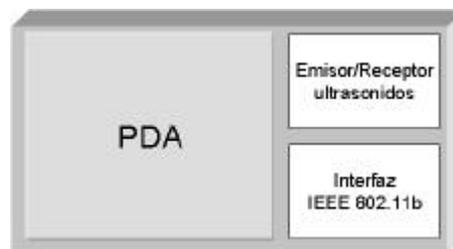
La pizarra de proyección se puede superponer sobre la pizarra de edición para así dar la impresión de disponer de una única pizarra.

#### Coordinador de sesiones

El coordinador de sesiones es un computador que dispone de interfaces de comunicación para todas las tecnologías descritas anteriormente, y por tanto, es el encargado de recibir, procesar, almacenar y distribuir la información generada. A tal efecto, se dispone de otro computador encargado de la gestión de los datos, haciendo las funciones propias de un servidor de información, implementado sobre un sistema de gestión de bases de datos (en nuestras primeras experiencias usamos MySQL al que se accede mediante JDBC).

#### Dispositivos móviles

Los dispositivos móviles, como muestra la figura 2, están formados por un PDA (Cassiopea de Casio o iPAQ de Compaq) que utilizando un módulo de ampliación para tarjetas PCMCIA o MMCard pueden incorporar el hardware necesario para acceder a la red inalámbrica y de este modo intercambiar información. Además se le añade un dispositivo emisor/receptor de ultrasonidos para que de este modo se pueda localizar la situación del dispositivo en el entorno. Así, el coordinador de sesiones puede determinar que una persona con un dispositivo móvil se acerca a la pizarra y directamente proyectar la información contenida en su PDA sobre la pantalla de proyección, reproducir los mensajes que almacena, etc.



**Fig. 2.** Dispositivo móvil.

#### 4.2 La enseñanza de idiomas con el modelo propuesto.

Para aplicar este modelo presentamos una actividad en principio tradicional de composición escrita de un texto en clase, en el dominio de aprendizaje de idiomas, del inglés en particular. Esta propuesta en sí ya presenta una innovación: el hecho de aprender y practicar la escritura del inglés en un entorno colaborativo entre un grupo de estudiantes. Al mismo tiempo, todo el proceso está guiado por la computadora que a su vez participará en su desarrollo mediante el paradigma de computación ubicua.

En la enseñanza de inglés, por lo general, se le da al alumno un tema sobre el que escribir y algunas indicaciones, a lo sumo, sobre el tipo de composición a realizar, ya sea una descripción, una explicación, una narración, una carta, un informe o la expresión de su opinión. Por lo general la escritura de composiciones se realiza en casa como práctica individual, con acceso a todo tipo de ayuda posible, o con más frecuencia en exámenes. En nuestra clase presentamos esta tarea con las instrucciones habituales, pero los alumnos deben realizarla en grupo y pueden en todo momento obtener ayuda de la computadora y ser guiados por el profesor.

La composición escrita, en la enseñanza de idiomas, es una actividad bien estructurada en la que se suele aconsejar al estudiante escribir primero un esquema con los principales aspectos sobre los que va a tratar. Viene después la parte de “brainstorming” o tormenta de ideas, que desarrollarán los aspectos apuntados. Se realiza principalmente por medio de anotaciones y es un proceso eminentemente léxico o de contenidos. Una vez que esas ideas han sido organizadas y seleccionadas según la relevancia de su aportación al desarrollo de los aspectos, los alumnos comienzan a escribirlas en frases correctas y párrafos coherentes. Esta es la parte sintáctica, la de la formación de las frases gramaticalmente correctas y la de la organización textual de éstas y de los párrafos por medio de los diversos conectores del lenguaje.

De este modo, en un entorno colaborativo y ubicuo, le damos a los estudiantes el tema y el tipo de texto que han de escribir. Los alumnos comienzan la tarea con el proceso de “brainstorming”, sugiriendo aspectos e ideas al grupo por medio de sus dispositivos móviles, que sirven para enviar y recibir todo el conjunto de sugerencias del grupo, que a su vez se irá representando en la pizarra o pantalla electrónica. Para ello, hemos desarrollado una interfaz sencilla de manejar por medio de un documento en lenguaje HTML dinámico con un formulario donde se incluyen cajas de texto para insertar las anotaciones y botones de envío y recepción para activar la comunicación a través del servidor (figura 3).

**Fig. 3.** Interfaz de la aplicación.

Los alumnos pueden así recibir las propuestas de contenido del grupo y decidir sobre lo que consideran más apropiado y relevante para la composición, añadiendo al

mismo tiempo, si lo desean, otras ideas derivadas o extendiendo las ya propuestas con anotaciones más precisas o complejas. En este punto comienzan a aparecer los primeros elementos gramaticales para la cohesión de los conceptos en sintagmas primero y luego en frases. A continuación se lleva a cabo el proceso de debate para seleccionar las aportaciones más significativas y organizarlas en el orden más apropiado. En este proceso es importante la participación del profesor como experto para la adecuación al nivel de conocimientos, sugerencias de un plan óptimo con los elementos propuestos, etc. Esto se puede realizar de forma oral o por mensajes escritos habilitados por medio de una interfaz para una sesión de chat realizada a tal efecto.

Cuando el grupo llega a un acuerdo sobre la selección y organización de los apuntes, el proceso de formación de frases comienza. Aquí aparece la posibilidad de obtener ayuda de la computadora. Dependiendo del nivel de conocimientos del idioma que posea el grupo, las opciones léxicas pueden variar desde palabras muy básicas, con repeticiones frecuentes, a palabras muy poco frecuentes y desconocidas que pueden llegar a utilizar sin la seguridad de su corrección. Nuestro sistema facilita el acceso a diccionarios tanto monolingües, para definiciones y combinaciones comunes (“collocations”), como bilingües, para traducción de nuevos conceptos, y diccionarios de sinónimos, para evitar la repetición y aprender nuevo vocabulario. Las “collocations” pueden también revisarse en una base de datos léxica dispuesta a tal efecto en el sistema, formada por una variedad de textos originales y de las composiciones previamente realizadas corregidas por el profesor (biblioteca de casos). Estamos implementando un programa de análisis sintáctico para utilizar como corrector gramatical y de estilo, pero el alumno ya puede contar con un sistema de ayuda gramatical dependiendo del tipo de composición a escribir. Mientras tanto, el profesor participa en la corrección de errores y, tras la primera parte de la actividad, en el reparto de tareas, haciendo revisar a unos la gramática utilizada, a otros las opciones de vocabulario, y a otros los conectores, la organización textual y el estilo general de la composición.

Una vez acabado el texto se propone para revisión y aprobación del grupo y se presenta al profesor, quien la corrige y la incluye en la biblioteca de casos.

## **5 Conclusiones**

A lo largo de este artículo se ha descrito la arquitectura que hemos diseñado y en la que nos hemos apoyado para realizar una primera experiencia y de este modo llevar al contexto del aula, con la tecnología actual, las ideas de Mark Weiser. Por lo tanto, queda demostrando que dichas ideas son más realistas que futuristas. El modelo supone un marco ideal para investigar y tratar de extraer las implicaciones de la computación ubicua en sistemas computacionales para el aprendizaje en grupo en particular y el trabajo en grupo en general.

De este modo, ha sido posible adaptar la realización de ejercicios en clase en tareas de carácter colaborativo con la aplicación del paradigma de computación ubicua sin que a primera vista sea necesario llevar a cabo cambios extraordinarios en la dinámica de la clase. El alumno sigue tomando notas y escribiendo en lo que parece

un pequeño cuaderno, dirige con frecuencia su atención a la pizarra, donde el profesor presenta cierta información. No hay necesidad de cambiar de posición en el aula y se mantiene la participación individual. Pero en toda esta actividad subyace la aportación de una serie de dispositivos electrónicos que posibilita esta técnica de trabajo colaborativo basado en la computación ubicua.

La metodología de aprendizaje se ha visto beneficiada por la aportación de la comunicación constante en grupo y la atención individualizada del profesor a cada alumno. Además, en todo momento hay posibilidad de acceso a ayudas y consultas, en nuestro caso tanto por medio de diccionarios como de gramáticas y textos disponibles en el sistema. Todo esto conlleva una más rápida asimilación de la técnica de trabajo en grupo a la vez que mantiene la aportación individual de cada alumno al resultado final. El profesor sigue estando presente como en el aula tradicional, pero su intervención ante las diversas propuestas individuales de cada alumno puede ser seguida por todo el grupo a través de la pizarra electrónica. Los alumnos también seguirán la intervención general del profesor al instante para proponer cambios en la organización y para asignar tareas durante todo el proceso, e incluso puede observar el proceso de correcciones y revisión final por parte del profesor, si éste lo estima conveniente.

Sin embargo, queda por aplicar nuestro modelo a otros dominios y casos de estudios diferentes, junto con teorías de aprendizaje que anteriormente habíamos explotado considerando el computador como un equipo de sobremesa, pero en este caso vamos más allá de la manipulación directa.

## Referencias

1. Chong, S.M. Models of Asynchronous Computer Conferencing for Collaborative Learning in Large College Classes. *Electronic Collaborators* (Bonk, C.J., & King, K.S., editors). 157-182 (1998)
2. Weiser, M., The computer for the twenty-first century. *Scientific American*, September 1991, 94-104 (1991).
3. Weiser, M., Ubiquitous computing. <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>
4. Norman, D.A., *The Invisible computer*, The MIT Press, Cambridge Massachusetts, 1998
5. Weiser, M., The future of Ubiquitous Computing on Campus, *Comm. ACM*, 41-1, January 1998, 41-42 (1998).
6. <http://www.ubiq.com/parctab/>.
7. Ortega, M., Computers in Education: the Near Future, *Computers and Education in the 21<sup>st</sup> Century. Plenary Lectures from the Spanish Congress on Computers in Education (ConieD '99)*, pp. 3-16. KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS. Netherlands (2000).
8. Soloway, E., Grant, W., Tinker, R., Roschelle, J., Mills, M., Resnick, M., Berg, R., Eisenberg, M., *Science in the Palms of their Hands*, *Comm ACM*, August 1999, 42-8, 21-26 (1999).
9. Vygotsky, L.S., (1978), "Mind in society: The development of higher psychological processes", Cambridge MA: Harvard University Press.
10. Koschmann, T., (Editor), *CSCLE: Theory and Practice of an emerging paradigm*. Lawrence Erlbaum Associates (1996).
11. Doise, V., Mugny, G., *The social development of the intellect*. Pergamon Ed. (1984).
12. Barwise, J., Perry, J., *Situations and attitudes*, MIT Press Cambridge. (1983).
13. Suchman, L., *Plans and situated actions: The problem of human/machine communication*. Cambridge University Press. (1987)

14. Lave, J. *Cognition in Practice*, Cambridge University Press. (1988)
15. Edelson D., Pea R., Gomez L.M., *The Collaboratory Notebook*. *Communications of the ACM*, 39(4), 32 (April 1996).
16. Scardamalia M., Bereiter C., *Student Communities for the advancement of Knowledge*. *Communications of the ACM*, 39(4), (April 1996).
17. Guzdial M., Kolodner J., Hmelo C., Narayanan H., Carlson D., Rappin N., Hubscher R., Turns J., Newstetter W., *Computer Support for Learning through Complex Problem Solving*. *Communications of the ACM*, 39(4), (April 1996).
18. Linn, M.C. *Key to the Information Highway*. *Communications of the ACM*, 39(4), (April 1996).
19. Baker, M.J., Lund, K., *Flexibly structuring the interaction in a CSCL environment*. In Bma, Pl, Paiva, A & Self, J.A. (Eds.) *Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence in Education*. Lisbon. Editicoes Colibri. (1996).
20. Miao, Y., Haake, J.M., *Supporting Concurrent Design by Integrating Information Sharing and Activity Synchhoronization*. In *Proceedings of the 5<sup>th</sup> ISP International Conference on Concurrent Engineering Research and Applications*, pp. 1654-174, Tokyo, Japan, July 15-17 (1998).
21. Barros, B., Verdejo, M.F., *DEGREE: Un sistema para la realización y evaluación de experiencias de aprendizaje colaborativo en enseñanza a distancia*. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial* (9), pp. 27-37 (1999).
22. Redondo, M.A., Bravo, C., Bravo, J., Ortega, M., *Colaboración en entorno de aprendizaje basados en casos reales. Aplicación en ambientes de diseño y simulación*, En Libro de Actas de INTERACCIÓN 2.000. I Jornadas de Interacción Persona-Ordenador, pp. 143-153. Granada (España) Junio de 2000.
23. Redondo, M.A., Bravo, C., Bravo, J., Ortega, M., *Planificación y Colaboración en entornos de aprendizaje por descubrimiento. Un caso de estudio en Domótica*. En actas del la Conferencia Internacional sobre Educación, Formación y Nuevas Tecnologías ONLINE EDUCA MADRID. Junio de 2000.
24. Bravo, C., Redondo, M.A., Bravo, J., Ortega, M., *"DOMOSIM-COL: A Simulation Collaborative Environment for de Learning of Domotic Desgin"*. *Inroads - The SIGCSE Bulletin of ACM*, vol. 32 (2), pp.65-67 (Junio de 2000).
25. Wessner, M., Pfister, H., Miao, Y., *Using Learning Protocols to Structure Computer-Supported Cooperative Learning*. In *Proceedings of the ED-MEDIA 1999 - World Conference on Educational Multimedia, Hypemeedia & Telecommunications*, Seattle, Washington, pp. 471-476, Association for the Advancement of Computing in Education (1999).
26. Soloway, E., Grant ,W., Tinker, R., Roschelle J., Mills, M., Resnick, M., Berg, R. & Eisenberg, M., *Science in the Palms of Their Hands*, *Communications of ACM*, 42(8), (August 1999).
27. <http://www.irda.org>.
28. Redondo, M.A., *Sistema de Adquisición de Datos Inteligente*. Proyecto Fin de Carrera Escuela Universitaria de Informática de Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha. (1995).
29. Crowley, J.L., Coutaz, J., Bérard, F., *Things that see*. *Communications of the ACM*, 43(3), (March 2000).



# Un corpus docente virtual, común y ubicuo en Interacción Persona-Ordenador

Editor: J. Lorés<sup>†</sup>

J. Abascal, I. Aedo, J. J. Cañas, M. Gea,  
J. Lorés, M. Ortega, P. Valero, M. Vélez

<sup>†</sup> Departamento de Informática e Ingeniería Industrial.  
Universidad de Lleida, C/ Jaume II 69, Lleida  
Tel.: 973 702 700 Fax: 973 702 702  
e-mail: [jesus@eup.udl.es](mailto:jesus@eup.udl.es)  
URL: <http://www.diei.udl.es>, <http://griho.udl.es>

## Resumen

Esta ponencia presenta la iniciativa nacida en el seno de la Asociación de Interacción Persona-Ordenador para la edición de un corpus docente común en Interacción Persona-Ordenador (IPO), que pretende realizar un estudio de cómo debe ser la docencia de IPO y las contribuciones que se deben recoger desde un punto de vista interdisciplinar, utilizando el soporte virtual como medio de edición y de compartición de contenidos y como iniciativa para promover y fomentar la difusión de la IPO en toda la comunidad ibero-americana (por el idioma) de "forma libre" y abierta a contribuciones de todos los docentes interesados. El curso pretende cubrir el soporte a la docencia presencial y la no-presencial, con la implementación de diversos módulos. En este curso también pretendemos experimentar en la computación ubicua, que facilite al usuario el estudio de contenidos utilizando diversos medios. Se presentan diversas experiencias realizadas en varias universidades utilizando básicamente los contenidos del curso y las transparencias, que pertenecen a los módulos más avanzados.

**Palabras clave:** interacción persona-ordenador, docencia virtual, computación ubicua.

## 1. INTRODUCCIÓN

El nacimiento de la Asociación de Interacción Persona-Ordenador ([AIPO](#)) ha supuesto un fuerte impulso a la visualización de esta disciplina como fuerza emergente dentro de la universidad española. Como en toda disciplina universitaria, debemos considerar las actividades a realizar tanto en docencia como en investigación. La docencia es un tema al que debemos dedicar una especial atención ya que se halla en un punto de partida muy incipiente en la mayor parte de las universidades y falta material docente en castellano. AIPO ha supuesto un marco idóneo para realizar debates y establecer contactos sobre los aspectos docentes de la IPO. En nuestras primeras reuniones surgió la idea de intentar la realización de un corpus docente común para poder aunar esfuerzos. Inevitablemente, la propuesta que surgió en el debate fue el uso de Internet como soporte mayoritario para esta información común.

Apareció entonces la iniciativa de la confección de un curso de Introducción a la Interacción Persona-Ordenador basado en Internet, desarrollado entre diferentes universidades y abierto a toda la comunidad hispanoamericana.

En este artículo proponemos un modelo basado en el paradigma de la computación ubicua que permita un uso más cómodo del material docente, un diseño común de los contenidos básicos de la disciplina para toda la comunidad de profesores y alumnos en IPO y un acceso libre.

## **2. UNA JUSTIFICACIÓN DE LA DOCENCIA EN INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR**

El Informe de ACM/IEEE-CS “[Joint Curriculum Task Force Computing Curricula 1991](#)” [ACM91] establece nueve áreas temáticas para cubrir la materia de la disciplina de informática. La Interacción Persona-Ordenador es una de ellas, junto a Gráficos.

En 1988 el Grupo de Interés Especial en Interacción Persona-Ordenador (ACM-SIGCHI) puso en marcha un comité con el objetivo de hacer un diseño curricular. Su tarea fue la de redactar una serie de recomendaciones sobre educación en IPO y en 1992 redactó el documento ACM SIGCHI [Curricula for Human-Computer Interaction](#) [ACM92], con una serie de recomendaciones para la realización de cursos de IPO.

Desde febrero de 2001 se dispone de una nueva versión del informe de ACM/IEEE para desarrollar guías curriculares de programas docentes de informática. El informe final aparecerá este verano de 2001. En dicho documento, “[Ironman Report](#)” [ACM01], la IPO se encuentra ya como un área diferenciada entre las catorce que se definen.

Por tanto, la valoración que la IPO merece como disciplina independiente por las principales sociedades informáticas hace lógica su inclusión en los planes de estudio, a parte de la necesidad de formación en esta disciplina para profesionales en la industria. Para cubrir los aspectos mencionados y los objetivos marcados, la IPO debe abarcar gran cantidad de áreas diferentes, que incluyan distintos aspectos tanto del ser humano como del ordenador: Informática (diseño e ingeniería de las interfaces), Psicología (teoría y aplicación de los procesos cognitivos y el análisis empírico del comportamiento de los usuarios), Sociología y Antropología (interacción entre tecnología, trabajo y organizaciones) y Diseño Industrial (productos interactivos), entre otros.

## **3. LA DOCENCIA VIRTUAL**

La utilización de tecnologías de la información y de la comunicación en la educación, que se conoce como docencia virtual, está permitiendo la emergencia de nuevos modelos educativos en coexistencia con los clásicos [FAR99].

Las herramientas virtuales permiten basar el proceso de aprendizaje no tan sólo en las actividades de tipo presencial que se desarrollan en el aula, sino también ofrecer un sistema de formación continua en la que, en todo momento, se puede recibir información, material, recursos, experiencias, etc.

El tremendo desarrollo de Internet y particularmente de la Web ha posibilitado un soporte tecnológico inmejorable para la docencia virtual. No obstante, para desarrollar formación virtual de una manera efectiva es importante contar, por un lado, con una serie de capacidades técnicas en relación con la web y las herramientas interactivas que ofrece y, por otro, con capacidades pedagógicas y organizativas.

Para la realización de un curso podemos plantear diferentes modelos. Quizás el más sencillo que surge espontáneamente es la puesta en Internet de los apuntes de una asignatura y su utilización por los alumnos de una o varias universidades, normalmente con un uso restringido, y habitualmente diseñado por un solo profesor. El siguiente paso podría ser la realización de cursos completos añadiendo, además, otras herramientas de soporte a la docencia como correo electrónico, chats, etc.

Normalmente en todos estos trabajos se utiliza el paradigma interactivo del ordenador de sobremesa, empleando estilos de interacción de manipulación directa. Es evidente que estos métodos plantean muchos problemas de accesibilidad y usabilidad, como la escasa adaptación de las pantallas para la lectura continuada de texto, las restricciones en su acceso, etc. Por otro lado, como metodología, se presentan evidentes limitaciones, como los diferentes puntos de vista en la confección de los contenidos, la duplicación de esfuerzos, la limitación en el mercado, etc.

#### 4. EL DISEÑO UBICUO

Estamos pasando de un paradigma basado en el ordenador de sobremesa, que utiliza básicamente el estilo de interacción de manipulación directa, a un paradigma de computación ubicua, concepto acuñado por Weiser [WEI91]. Norman manifiesta que la computación ubicua pretende extender la capacidad computacional al entorno del usuario, permitiendo que el potencial de información esté presente en todas partes mediante pequeños dispositivos muy diversos (*appliances of information* [NOR98]) que permiten interacciones de poca dificultad, conectados en red a servidores de información. Nuestra apuesta es utilizar todos los medios, disponiendo interfaces multimodales que nos permitan un acceso sin dificultad a los contenidos docentes de forma tan fácil como pueda ser el uso de un documento basado en el invento de Gutenberg.

Con nuestro trabajo conjunto pretendemos conseguir:

La ubicuidad en la redacción de los contenidos. Entendemos que ya que la red nos permite la supresión de las distancias físicas, nos libera también de crear contenidos con colaboradores que estén en el piso de abajo o de arriba. En este aspecto nos planteamos un diseño de contenidos vertical. Es decir, redactar inicialmente los contenidos básicos de una disciplina mediante la colaboración de expertos en los diferentes temas.

La ubicuidad en el método. Nos planteamos que el curso permita realizar docencia presencial, semipresencial o a distancia, a través del desarrollo de diferentes módulos, como la grabación de las clases en vídeo, el uso de ejercicios interactivos, la creación de transparencias, etc.

La ubicuidad en el acceso. Ya hemos comentado el hecho de poder realizar accesos con dispositivos múltiples y además que este acceso sea libre, definiendo por tanto un

estándar, vehiculado a través de AIPO, para toda la comunidad de habla española inicialmente y, posteriormente, para todas las lenguas a las que se traduzca.

## 5. EL MEDIO

Un aspecto importante a considerar son los diferentes medios y formatos a utilizar. Tal como aprendemos en la IPO, debemos hacer un diseño centrado en el usuario y, por tanto, debemos cubrir todas las posibilidades para que el uso del curso sea lo más útil y accesible posible. Asimismo, actualmente estamos asistiendo al despliegue de la computación ubicua, pasando de un diseño basado en la interacción por medio de un ordenador de sobremesa a una interacción ubicua donde la interacción se puede realizar en cualquier parte y con diversos dispositivos. Esto implica que hemos de tener en cuenta todos los formatos y medios que puedan ser utilizados en este nuevo paradigma.

Este curso está dirigido a profesores que puedan utilizar el curso como material de soporte a sus cursos presenciales o semipresenciales, a estudiantes que puedan utilizar el material del curso como complemento a las clases presenciales, y a graduados o profesionales que deseen introducirse en la disciplina o actualizar sus conocimientos.

Partiendo de estas premisas, consideramos todos los medios posibles a utilizar.

### 5.1. El soporte papel

Es evidente que hoy en día el soporte papel todavía es el medio más ubicuo de soporte de contenidos, y más teniendo en cuenta que la lectura en pantallas, debido a la resolución de la mayoría de éstas, disminuye en un 25% la legibilidad. Por otro lado, los dispositivos ubicuos todavía no son tan omnipresentes como para su uso generalizado. Está prevista la impresión de los contenidos del curso en formato libro (en papel). Evidentemente sus contenidos perderán actualidad al ser un formato no modificable.

### 5.2. Libros electrónicos

Los libros electrónicos son textos descargables diseñados para ser leídos en dispositivos en forma de libros –como el Rocket–, en dispositivos de mano –como el Palm Pilot– o en ordenadores portátiles. Entre sus ventajas se incluyen la habilidad para entregar el texto, la facilidad de subrayado y búsqueda, la posibilidad de escribir ilimitadas notas al pie y la capacidad de llevar numerosos tomos en contenedores del tamaño de un portafolios. Está previsto disponer, en la zona de descarga, de los contenidos del libro en formato pdf [ADO01a] para ser utilizados en estos dispositivos.

La relativa baja legibilidad de texto en pantalla es un obstáculo significativo para la aceptación de la lectura de libros en formato electrónico. Mientras que la resolución de una impresora típica es de 600 puntos por pulgada, la resolución de un portátil normal es de solo 72 o 96 ppp. Adobe ha desarrollado una técnica llamada [Cooltype](#)

[ADO01b] que permite mejorar la legibilidad dividiendo los píxeles en subpíxeles y utilizando una técnica de *antialias* de color, doblando así la resolución de la pantalla.

### **5.3. El vídeo**

El desarrollo actual de Internet permite la difusión eficiente de vídeos de calidad media. A partir de la difusión generalizada de vídeo, este ha pasado a ser un elemento básico para la transmisión de información, ya que aún en un solo elemento información visual y auditiva. Por tanto, resulta una elección obvia para efectuar clases a través de la red y simulan mejor que cualquier otro medio la asistencia a una clase real.

### **5.4. La voz**

La utilización de la voz como único medio de interacción puede ser muy útil en determinadas circunstancias como, por ejemplo, conduciendo un coche o para personas con necesidades especiales. Los navegadores por voz permiten acceder a la web por medio de la síntesis de voz, audio pre-grabado y reconocimiento de voz. El world wide web consortium [W3C01] está trabajando en la especificación de un navegador por voz. Se prevé el seguimiento de los contenidos mediante este tipo de navegadores.

### **5.5. El sitio Web**

El sitio Web del curso está pensado para ser utilizado como zona de descarga para su reproducción en otros medios, como forma de contacto y como sistema de consulta del material del curso, con la posibilidad de ser actualizable rápidamente y de ampliar contenidos mediante enlaces a otros sitios complementarios. Su utilización con los dispositivos actuales estaría centrada en la consulta y en la realización de ejercicios.

### **5.6. WAP**

Los dispositivos WAP son una opción a contemplar dentro de los posibles medios a utilizar. La actual dimensión de las pantallas y el coste que supone, así como el bajo ancho de banda, hacen ciertamente poco útil este medio como plataforma de aprendizaje. En todo caso contemplaremos esta posibilidad a través del diseño del sitio Web como accesible mediante estos dispositivos.

### **5.7. UMTS**

La tercera generación de teléfonos llega para romper estas barreras, redefiniendo la manera en que se utiliza Internet. Con una mayor amplitud de banda para la transmisión de datos –establece un canal de comunicación de hasta 2 Mbps, una

velocidad 210 veces superior a la del GSM actual-, permitirá la reproducción en tiempo real de vídeo y sonido de alta calidad en el receptor, garantizando la calidad de las transmisiones.

## **6. EL PROYECTO DEL CURSO**

Como hemos comentado antes, el curso pretende ofrecer un acceso de medios y dispositivos ubicuo y flexible desde el punto de la presencialidad. Por tanto, ha de ofrecer todos los componentes que necesite tanto la docencia presencial como la no-presencial. El núcleo central del curso es una recopilación de contenidos en diversos formatos que forman el corpus docente. Estos contenidos pueden presentar diversos formatos a través de la planificación.

Para la docencia presencial se pueden utilizar estos contenidos como apuntes, junto con las transparencias que sirven como material de soporte en las clases. Estos contenidos sirven también para la docencia no presencial al estar disponibles en línea. Los temas de los contenidos pueden ser estudiados asimismo a partir de vídeos basados en la metáfora de la clase. Tanto en la docencia presencial como en la no-presencial se pueden realizar ejercicios interactivos para validar y reforzar los conocimientos.

### **Planificación**

Un aspecto importante a tener en cuenta en todo curso, presencial o no-presencial, es la planificación de actividades. En este apartado pretendemos exponer las diferentes posibilidades de organización del material del curso para cursos de diferente duración.

### **Contenidos**

En este apartado describimos el módulo del curso donde están integrados los contenidos del curso, que consta de trece capítulos.

El primer capítulo es una introducción a la Interacción Persona-Ordenador, donde se introduce la disciplina, el concepto de interfaz y su usabilidad. El segundo y tercer capítulos tratan de estudiar las dos entidades que intervienen en la interacción: el ordenador, con el estudio de los dispositivos, y el ser humano, visto desde el punto de vista de la interacción. Los estilos, metáforas y paradigmas de interacción son un capítulo fundamental, donde presentamos una perspectiva de los paradigmas de interacción y estudios comparativos. A continuación presentamos un estudio de metáforas y su uso y diseño.

El soporte al usuario y las guías de estilo permiten completar la formación en modelos de interacción. La interculturalización y la accesibilidad son capítulos poco frecuentes en la bibliografía, pero de capital importancia en un contexto global de interacción como el que vivimos, con la necesidad de ofrecer un acceso para todos. El siguiente bloque corresponde al apartado de diseño, con un capítulo dedicado a la ingeniería de la interfaz y otro a las herramientas de desarrollo, el diseño gráfico y el

estudio de la evaluación de las interfaces. Finalmente, se dedica un tema a las interfaces de trabajo en grupo.

Estos contenidos siguen, en la medida de lo posible, el informe de ACM/IEEE. De hecho todos los temas y subtemas del informe están contemplados y, además, se han añadido otros que consideramos fundamentales, como el del diseño.

En la confección del curso hemos participado un colectivo de profesores de la asociación con experiencia en diversas partes del temario: psicología, diseño, trabajo en grupo, métodos formales, ergonomía, etc. Para la redacción de los contenidos hemos utilizado los libros de Preece [PRE94], Dix [DIX98] y Shneiderman [SHN92], así como abundante material de Internet y de la librería digital de ACM.

### **Las transparencias**

Las transparencias son un material de soporte a la docencia presencial para ser utilizadas por el profesor y pretenden recoger diferentes opciones para su uso en cursos de distinta duración. Actualmente disponemos de un conjunto de transparencias desarrollado para ser cursado durante un cuatrimestre de los temas elaborados en los contenidos del curso. Éstas se encuentran en formato *PowerPoint* y pueden ser reproducidas por ordenador, impresas en forma de transparencias plásticas para exponer mediante un proyector, o impresas en formato de seis por página como material docente complementario. En la web del grupo CHICO de la Universidad de Castilla – La Mancha puede obtenerse un conjunto adicional de transparencias, cuyo contenido es más extenso ya que se usan en un curso de cuatro horas teóricas semanales y dos de laboratorio.

### **Clases en vídeo**

El curso, tal como hemos comentado al principio, está desarrollado por profesores de diferentes universidades expertos en diferentes áreas. Por otro lado, los objetivos del curso están pensados tanto para cursos presenciales, como también para el soporte al alumno, para cursos no-presenciales y para el reciclaje en la formación. En este apartado se dispondrá de clases en vídeo que permitirán la asistencia a clases desde una perspectiva no presencial. Estas clases podrán ser seguidas a través del ordenador o en una televisión interactiva, combinando la explicación del profesor con un índice del tema y con ejemplos en vídeo de las explicaciones.

### **Ejercicios interactivos**

En todo proceso de aprendizaje es importante realizar ejercicios de comprobación de los conocimientos adquiridos y de refuerzo en el proceso de aprendizaje. Es necesario no olvidar que, en la vida en general, se nos plantean objetivos que tenemos que resolver. Es lo que nos muestran los ejercicios interactivos, que nos plantean problemas a resolver, ayudándonos con sugerencias a través de interacciones.

## **7. EVALUACIÓN**

En este apartado presentamos un análisis de las experiencias realizadas con el curso, que pueden servir de evaluación de los resultados actuales y de base para nuevos requisitos en el diseño de las versiones posteriores.

### **Evaluación por un experto externo de ACM-SIGCHI**

En noviembre del 2000 el Dr. Gerrit Van der Veer, procedente de la Universidad de Vrije, en Ámsterdam, Holanda, estuvo como Profesor visitante en la Universidad de Lleida. Uno de los objetivos de su visita fue la evaluación del curso y de sus contenidos, encontrando adecuados los contenidos del curso y considerando un gran acierto la idea.

### **Universidad de Lleida**

El curso ha sido aplicado en la docencia presencial de la asignatura de Introducción a la Interacción Persona-Ordenador de la Universidad de Lleida. Este curso se está aplicando dentro de un grupo de asignaturas dedicadas a la IPO. La asignatura está dividida en dos horas teóricas y dos horas de laboratorio semanales. Para las clases de teoría utilizamos un aula general para todos los alumnos, debido a la imposibilidad de poder reducir el número de alumnos creando varios grupos. En estas clases utilizamos el ordenador portátil conectado a Internet, el cañón proyector y un reproductor de vídeo. Como base de la presentación se utilizan transparencias basadas en el curso digital.

El esquema que seguimos es una presentación del tema, los objetivos a conseguir, una exposición de contenidos del tema y finalmente las conclusiones. También presentamos el capítulo del libro digital y se visitan enlaces del libro que se consideren idóneos para la presentación. Como complemento se realizan proyecciones de vídeo relativas a los temas que se presentan. También se expone una bibliografía y enlaces a sitios *Web* visitables sobre el tema expuesto. Como soporte docente, el alumno puede consultar el curso digital por Internet o transferirlo a su ordenador para tenerlo on-line, así como las transparencias. Además se dispone de una copia en papel, en previsión de los problemas que puedan suponer la lectura por pantalla. Como evaluación de los resultados obtenidos por el curso basado en el alumno presencial, la mayor parte de ellos, aun considerando útil el curso en Internet, prefieren la versión en papel para estudiar.

### **Universidad de Granada**

El libro digital también se ha usado en la Universidad de Granada para impartir los cursos en tres planes de estudios: Diseño Gráfico en la Escuela de Bellas Artes, Ergonomía Cognitiva en la Facultad de Psicología y Diseño de Interfaz de Usuario en la Escuela de Informática.

Profesores y estudiantes han experimentado una mejora significativa en su trabajo debido al uso del libro y a las oportunidades que éste ofrece. Por ejemplo, usándolo como material de apoyo, se han enseñado conceptos y herramientas de IPO a estudiantes con bases de conocimiento distintos, quienes participaron activamente en seminarios comunes en los que, después de discutir varios problemas, podían comunicarse con los autores, tanto de fuera como de dentro de la Universidad de Granada, a través de Internet. Así, los estudiantes pudieron tener a su disposición especialistas en las materias impartidas, independientemente de su localización geográfica. Además, los estudiantes podían colaborar entre ellos a través de la red, lo que les permitía discutir y profundizar en los temas de su interés, compartiendo experiencias y conocimiento.

Finalmente, debemos mencionar que tanto estudiantes como profesores han expresado un gran entusiasmo y satisfacción con el libro y sus comentarios han sido muy útiles para introducir mejoras en sus nuevas versiones.

### **Universidad Carlos III**

En la Universidad Carlos III de Madrid se está impartiendo en la actualidad la asignatura “Sistemas hipermedia: diseño y evaluación” en la titulación de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. En ella se presentan métodos y técnicas para diseñar, implementar y evaluar sistemas hipermedia aplicando los principios básicos de ingeniería del software y de la IPO. Estos últimos se incorporaron porque se consideró, al igual que otros autores [FRI94], que esta disciplina sirve de puente entre consideraciones técnicas y sociales, favoreciendo un proceso educativo integral del ingeniero en informática, quien tendrá que integrarse en equipos interdisciplinarios y que debe acostumbrarse a realizar un proceso centrado en el usuario para la creación de su producto.

Respecto a los contenidos del curso interactivo, en esta asignatura se tratan dos temas con bastante amplitud, el diseño iterativo y la evaluación del sistema, correspondiéndose aproximadamente al 40% del temario total, que son ampliamente tratados en él. Durante el curso los alumnos tienen que desarrollar un prototipo de sistema hipermedia partiendo de un diseño conceptual en el que la interacción y las composiciones entre contenidos son fundamentales, y que será evaluado de forma empírica al final del cuatrimestre por usuarios potenciales. Incluso, en algunos casos, los alumnos han llegado a realizar experiencias de evaluación con usuarios reales, estudiando el impacto de su producto en la actividad de un determinado colectivo. Por ello, podemos decir que nuestros alumnos valoran muy positivamente que se traten estos temas, aunque debido a la carga crediticia sólo puedan verlos de forma somera.

### **Universidad de Castilla – La Mancha**

El curso digital se ha utilizado durante el año académico 2000-2001 en la asignatura de cuarto curso de la Ingeniería Superior en Informática denominada “Sistemas de Interacción Persona-Computador”. Esta asignatura, que es obligatoria de nueve créditos, se desarrolla en el primer semestre impartándose en cuatro horas semanales

de teoría y dos horas semanales de Laboratorio. Como consecuencia de la extensión de este curso se han añadido capítulos adicionales a los del libro digital, sobre todo alrededor de los temas de manipulación directa y búsqueda y representación de la información. Además como consecuencia del perfil específico de Interacción Persona-Computador que se desarrolla en el Segundo Ciclo de la Ingeniería Superior, se han añadido algunos temas sobre aprendizaje y se estudian con profundidad los entornos cooperativos. En este perfil existen, además, seis asignaturas optativas de Interacción que dan lugar a una ruta específica en esta disciplina.

El curso se ha desarrollado de la misma forma que se ha expuesto para el caso de la Universidad de Lleida y, al igual que en este caso, los alumnos han mostrado una preferencia por el curso impreso sobre el digital, por lo que vemos muy conveniente la edición del libro a que hacíamos referencia.

## 7. CONCLUSIONES

La experiencia obtenida en la confección del temario ha sido muy positiva dada la ventaja que supone la creación de contenidos docentes por un grupo de profesores de diferentes universidades, expertos en distintos aspectos del temario. Además el uso de Internet ha permitido su realización a través de correo electrónico, listas de correo y transferencias de ficheros. Actualmente se está trabajando en la elaboración de los contenidos de la primera versión, teniendo prevista su presentación en el congreso de Salamanca, registrado con ISBN para mayo de 2001. Un aspecto a considerar sería el desarrollo de una herramienta de trabajo en grupo que permitiera la actualización simultánea de materia. Se han realizado experiencias de cursos presenciales en varias universidades. El curso está disponible en Internet libremente para toda la comunidad hispanoamericana.

## REFERENCIAS

- [ACM91] ACM/IEEE-CS, "Computing Curricula 1991. Report of the ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force" (<http://www.acm.org/education/curr91/homepage.html>). ACM Press and IEEE Computer Society Press, 1991.
- [ACM92] ACM SIGCHI, "Curricula for Human-Computer Interaction" (<http://www.acm.org/sigchi/cdg>). ACM Press, 1992.
- [ACM01] ACM/IEEE, "Computing Curricula 2001 --DRAFT (February 1, 2001)--". <http://www.computer.org/education/cc2001/ironman/cc2001/index.html>, 2001.
- [ADO01a] ADOBE SYSTEMS INCORPORATED, "Adobe e-paper center". <http://www.adobe.com/epaper/main.html>, 2001.
- [ADO01b] ADOBE SYSTEMS INCORPORATED, "Adobe CoolType". <http://www.adobe.com/products/acrobat/cooltype.html>, 2001.
- [DIX98] DIX, A. et al., "Human-Computer Interaction", 2<sup>d</sup> ed. Prentice Hall, 1998.
- [FAR99] FARREL, G., "The Development of Virtual Education: A global perspective" (<http://www.col.org/virtualed/>). The Commonwealth of Learning, 1999.

- [FRI94] FRIEDMAN, B.; y KAHN, P. H., "Educating computer scientists: linking the social and the technical". *Comm. of the ACM* 37, 1, pg. 65-70, January 1994.
- [NOR98] NORMAN, D., "The invisible computer". The MIT Press, Cambridge, 1998.
- [PRE94] PREECE, J. et al., "Human Computer Interaction". Addison Wesley, 1994.
- [SHN92] SHNEIDERMAN, B., "Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction", 3<sup>d</sup> ed. Addison Wesley, 1992.
- [W3C01] WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, "'Voice Browser' Activity". <http://www.w3c.org/Voice>, 2001.
- [WEI91] WEISER, M., "'The computer for the twenty-first century'". (<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>) *Scientific American*, pg. 94-104, September 1991.



# Verificación de la accesibilidad en entornos de desarrollo web: un enfoque práctico y extensible

E. García<sup>1</sup>, M. A. Sicilia<sup>2</sup>, J. R. Hilerá<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. CC. de la Computación. Escuela Politécnica. Campus Universitario. Universidad de Alcalá, 28871. Madrid.

[\[elena.garciab, jose.hilera\]@uah.es](mailto:{elena.garciab, jose.hilera}@uah.es)

<sup>2</sup>Dept. Informática, Av. Universidad, 30. Universidad Carlos III, 28911, Madrid.  
[msicilia@inf.uc3m.es](mailto:msicilia@inf.uc3m.es)

**Resumen:** Para generar aplicaciones accesibles se requiere el cumplimiento de algunas recomendaciones sobre los contenidos escritos por el desarrollador o generados por la herramienta de desarrollo Web. En este trabajo se presenta la descripción de un enfoque práctico y extensible para integrar las directrices de la *Iniciativa para la Accesibilidad Web* del W3C en entornos de desarrollo Web comerciales -que pueden utilizarse como soporte en un proceso de ingeniería del software- mediante la comprobación automatizada de contenidos basándose en una abstracción en formato XML de un subconjunto de las recomendaciones del W3C.

**Palabras clave:** Accesibilidad, aplicaciones web, entornos de desarrollo web, XML.

## 1. Introducción

### 1.1. Entornos de Desarrollo Web y Accesibilidad

Debido a la diversidad de dispositivos [6] (desde navegadores en teléfonos móviles hasta lectores de pantalla para personas invidentes), a la rápida evolución de las tecnologías web [5] y a las características de los diferentes usuarios (potenciales y reales) de la mismas, la clave de la calidad de las interfaces de usuario de un *sitio* o aplicación Web empieza a requerir el uso de otras prácticas complementarias a la usabilidad como es la accesibilidad [8], entendida como la capacidad de las aplicaciones para ser utilizadas por un amplio rango de usuarios en un amplio espectro de situaciones.

El *World Wide Web Consortium* (W3C) promociona la *Iniciativa para la Accesibilidad en Web* (WAI) como un foro de discusión y divulgación de las prácticas de accesibilidad. El WAI ha dispuesto un buen número de recomendaciones con el

objeto común de garantizar la accesibilidad en los diferentes niveles de la arquitectura Web. Actualmente, las más importantes son las que versan sobre agentes de usuario [12] (propuesta de recomendación), sobre contenidos en formato Web [13] y sobre las herramientas de autor [10]. Dicho organismo también mantiene documentos públicos sobre las características de accesibilidad del lenguaje de sincronizado multimedia (SMIL) [16] y sobre las características de accesibilidad del formato SVG [17].

Muchas de las aplicaciones para Internet o Intranet, ya sea desarrolladas para uso interno de la empresa o para la publicación de contenidos, se construyen con la ayuda de un entorno de desarrollo Web (EDW). Ejemplos de estos entornos son Microsoft Visual InterDev, Allaire ColdFusion, IBM Websphere o DreamWeaver Ultradev de Macromedia. Un EDW habitualmente combina editores HTML/XML/CSS propios de las herramientas de autor con:

- Soporte para programación de servidor, tales como *servlets* de Java, *scripts* de servidor (*jsp*, *asp*) o componentes COM combinados con páginas Web.
- Soporte para prácticas de ingeniería del software, como gestión de versiones, gestión de configuración o herramientas de depuración.

Llamaremos aplicación Web (AW) al producto de un EDW. Estas aplicaciones contienen tanto contenido HTML estático como código de servidor, y, por lo general, tienen usos y propósitos que difieren de los tradicionales *sitios* Web.

## 1.2. Trabajo Relacionado

Siguiendo análisis previos [2, 3], consideramos que la adaptación de los EDW es un factor clave para garantizar la accesibilidad, ya que sus productos son las aplicaciones que están presentes en muchos de las organizaciones que se valen de la informática para su funcionamiento.

Existen en el mercado diferentes herramientas que permiten verificar la accesibilidad de las páginas Web. Estas herramientas pueden estar o no integradas en un entorno. Un ejemplo de herramienta de verificación externa es el servicio *Bobby* ([www.cast.org/bobby](http://www.cast.org/bobby)), que comprueba la accesibilidad de ficheros HTML a partir de su URL. Existen herramientas que tienen integradas características de accesibilidad en el propio entorno, como son HotMetal Pro y el editor del W3C Amaya [7], pero ninguna de ellas se puede considerar un EDW, sino más bien herramientas de autor HTML. Otro trabajo muy significativo en el tema que se trata es el proyecto *A-Prompt* [1], que desarrolla un conjunto de componentes binarios que verifican algunas pautas de accesibilidad en archivos (o fragmentos) HTML. *A-prompt* requiere una adaptación de las versiones de los EDW por parte del fabricante. El enfoque que proponemos se integra en el EDW sin necesidad de rehacer la versión del mismo. El objetivo final de nuestro estudio consiste en adaptar los entornos para integrar la accesibilidad en el proceso de desarrollo de aplicaciones Web. Nuestro prototipo habilita, por el momento, la verificación y corrección de los contenidos estáticos de ficheros que potencialmente pueden contener código de servidor (*jsp*, *asp*,...), permitiendo de manera sencilla el tratamiento de futuras directrices.

El resto de este trabajo se organiza de la siguiente forma: En la sección 2 vamos a describir técnicas genéricas para adaptar un EDW, de forma que genere aplicaciones cuya parte estática sea accesible. En la sección 3 se estudia el papel de los EDW

adaptados bajo estas premisas en el ciclo de desarrollo del software, en la sección 4 se describe un prototipo realizado para tal fin y, finalmente, las conclusiones y trabajo futuro se exponen en la sección 5.

## 2. Adaptación a la Accesibilidad de los Entornos de Desarrollo Web

### 2.1. Arquitectura Genérica de un Entorno de Desarrollo Web

Analizando las funciones comunes de los EDW comerciales, hemos identificado una serie de aspectos que han de ser contemplados en la generación de aplicaciones accesibles. La Figura 1 muestra la arquitectura genérica de alto nivel de un entorno de desarrollo Web en la que se han incluido los elementos necesarios para su adaptación a la accesibilidad.

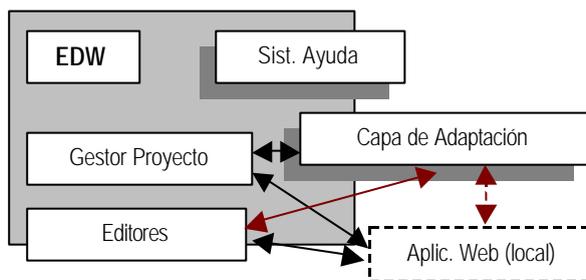


Figura 1. Arquitectura genérica adaptada de EDW

Un entorno de desarrollo Web está compuesto básicamente por un gestor de proyectos y varios editores integrados. El gestor de proyecto se conecta con un directorio del servidor Web y posibilita el desarrollo en grupo. Cuando un desarrollador solicita modificar cualquier componente de la aplicación web (una página, código,...), se realiza una copia local en su estación de trabajo y cuando se terminan las modificaciones pertinentes, esta copia se actualiza en el servidor Web. Los editores, que pueden estar poco o muy integrados en el EDW, trabajan sobre las copias locales.

Hemos utilizado el término genérico *capa de adaptación* para designar a todos los componentes que se deben añadir o modificar en el entorno con el fin de proporcionar o verificar la accesibilidad. Idealmente, esta capa de adaptación permite interactuar directamente con los contenidos mostrados en el editor, pero si el EDW carece de los mecanismos de extensibilidad necesarios para esta interacción, la capa de adaptación se ve forzada a operar directamente sobre las copias locales.

Los sistemas de ayuda son a menudo aplicaciones separadas que se invocan desde el entorno de desarrollo con alguna información de contexto (como por ejemplo la ayuda MSDN de Microsoft o los sistemas de ayuda en formato HTML como el que proporciona Macromedia). Por lo tanto, la adaptación de la ayuda puede realizarse de forma independiente.

## 2.2. El Motor de Ejecución de Reglas de Contenido

El componente principal de la capa de adaptación de un EDW para la verificación y corrección de la accesibilidad de los contenidos estáticos de una AW es el motor de ejecución de reglas de contenido (MRC). Este módulo opera sobre los contenidos de una aplicación Web de dos posibles formas:

- Verificando la accesibilidad de dichos contenidos una vez escritos y bajo petición del desarrollador.
- Realizando una verificación “*intrusiva*”, es decir, verificando la accesibilidad de los contenidos a medida que se van escribiendo, mediante la captura determinados eventos como la inserción de una etiqueta de cierre u operaciones de *arrastrar y soltar*.

Cuando se detecta de cualquiera de las dos formas algún contenido no accesible, se ejecutarán las acciones correspondientes para realizar la corrección oportuna.

El motor de ejecución de reglas de contenido toma fragmentos de código como entrada, los examina y si son inaccesibles devuelve automáticamente una versión correcta de los mismos o dispara algún tipo de acción para corregirlos.

La Figura 2 muestra los principales componentes del MRC.

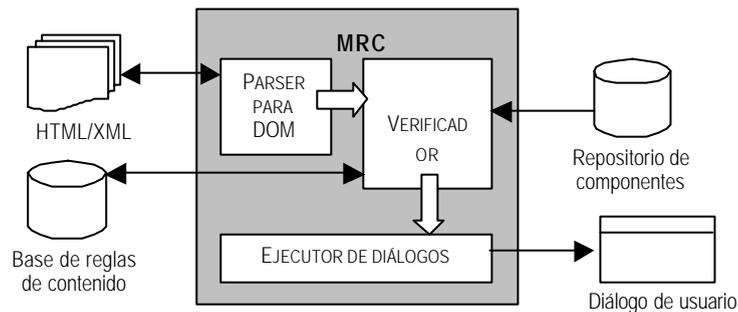


Figura 2. Componentes del Motor de Ejecución de Reglas de Contenido

El módulo *verificador* contempla los documentos HTML/XML como un documento cuyo contenido se estructura en forma de árbol, tal y como lo exponen los *analizadores sintácticos para DOM* (Document Object Model [11]). Un fragmento de contenido se representa como un árbol jerárquico cuyos nodos son los elementos. Estos nodos se corresponden con las etiquetas del documento, y los atributos de cada etiqueta son representados como colecciones de pares (*clave, valor*) dentro del correspondiente nodo. La *base de datos de reglas* contiene una definición en XML [14] (o cualquier otro formato persistente) de las pautas de accesibilidad que se han de aplicar sobre estos árboles. De acuerdo con las reglas de la base de datos, el módulo verificador modifica directamente el árbol del documento o solicita algún tipo de información al desarrollador a través de cuadros de diálogo (activados gracias al *ejecutor de diálogos*). Estos diálogos se almacenan en un repositorio de componentes separado en formato binario o “*script*”.

El diseño de la base de reglas es el resultado de clasificar los puntos de verificación de las directrices del WAI, dependiendo de la parte estructural de HTML involucrada y el tipo de acción correctiva requerida. Una regla se aplica a un sujeto, es decir a un

elemento HTML específico o una relación entre dos de ellos. Un análisis detallado de las Directrices para la Accesibilidad de Contenidos Web (WCAG) sugiere los siguientes sujetos de reglas:

- Elemento simple. Este es el sujeto indicado cuando la acción recae sobre una única etiqueta. Por ejemplo, la etiqueta <OBJECT>, que requiere una descripción textual entre los delimitadores de la etiqueta.
- Atributo en el contexto de un elemento. Este sujeto indica que la acción se ha de aplicar a un atributo concreto de una etiqueta concreta. Por ejemplo, la etiqueta <IMG> necesita un atributo “alt” no vacío que garantice su accesibilidad.
- Pares de elementos. Este sujeto indica que la acción se centra en la relación entre dos etiquetas. Por ejemplo, la presencia de una etiqueta <SCRIPT> requiere una etiqueta <NOSCRIPT> inmediatamente siguiente para asegurar que la página es accesible cuando los *scripts* no están soportados por el navegador.
- Dependencia de atributos. Este es el tipo de sujeto que indica que la regla se debe aplicar a etiquetas que manejan el atributo  $A_2$  sólo en función de otro atributo  $A_1$ . Nótese que ambos atributos pertenecen a la misma etiqueta. Por ejemplo, en una etiqueta <BUTTON> se debe verificar la existencia de un atributo “onkeypress” solamente si existe el atributo “onclick”.

El tipo de acción correctiva que se ha de realizar cuando una regla se dispara puede ser una de las cuatro siguientes:

- Asegurar. Esta acción fuerza al desarrollador a incluir una etiqueta, atributo o contenido dentro de la etiqueta, de acuerdo con la estructura de la regla.
- Prohibir. Se utiliza para evitar la presencia de un atributo, etiqueta o relación estructural entre elementos.
- Sugerir. Esta acción invoca al ejecutor de diálogos para avisar al desarrollador sobre algún aspecto de accesibilidad recomendable pero no esencial. Algunos puntos de WCAG con prioridad 3 son modelados de esta forma.
- Ejecutar algoritmo externo. Esta acción ejecuta un programa externo para verificar determinados aspectos de la accesibilidad. Un ejemplo de programa externo es el algoritmo *Gunning-Fog*, que se utiliza para medir el grado de comprensión de un texto, indicando al desarrollador si es poco o muy comprensible.

Como ejemplo, a continuación se muestra una regla correspondiente a la directriz 1 del WCAG, que contempla la necesidad de un atributo “alt” dentro de las etiquetas IMG:

```
<RULE guideline="1" checkpoint="1.1.a" priority="1">
<SUBJECT tag="IMG" attribute="alt"> Att in element </SUBJECT>
<CORRECTIVEACTION> Ensure </CORRECTIVEACTION>
</RULE>
```

Basándonos en esta regla, podemos ilustrar el comportamiento del MRC (ver Figura 3) como sigue: Cuando un desarrollador solicita verificar la presencia de textos alternativos se construye una consulta para recuperar las reglas que pertenezcan a la primera directriz de WCAG. Una de las reglas encontradas será la citada anteriormente, que especifica el sujeto *atributo en el contexto de un elemento*, donde el elemento es IMG y el atributo, “alt”.

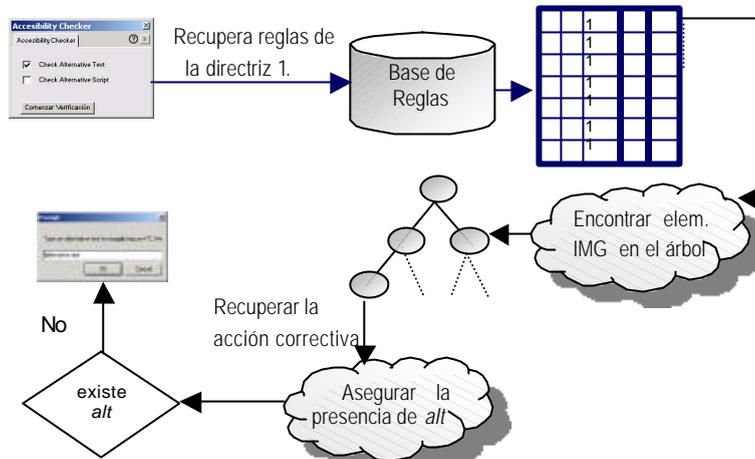


Figura 3. Ejemplo de comportamiento del MRC

El siguiente paso consiste en buscar elementos IMG en el árbol DOM del documento mostrado en la ventana actual. Si se encuentra algún elemento IMG en este árbol, se ha de recuperar la acción correctiva asociada a la regla. Como en nuestro caso la acción es *asegurar*, debe existir en el elemento un atributo “alt” no vacío. Si no fuera así, un cuadro de diálogo obliga al desarrollador a introducir un texto alternativo para la imagen.

El MRC actúa de una forma muy similar para procesar cualquier otro tipo de reglas, como el que se muestra a continuación, que impide que el atributo “target” del elemento <A> pueda adoptar el valor “\_blank”:

```
<RULE guideline="10" checkpoint="1" priority="2">
  <SUBJECT tag= "A" attribute="target"> Att in Element</SUBJECT>
  <CORRECTIVEACTION value="_blank"> Avoid </CORRECTIVEACTION>
</RULE>
```

Como ya se ha expuesto, la adaptación del entorno conlleva también la adaptación de la ayuda de acuerdo a la 6ª pauta de las Directrices para la Accesibilidad de las Herramientas de Autor (ATAG). Para potenciar la accesibilidad en la ayuda y documentación, durante la instalación del prototipo se incluye en el menú de ayuda del entorno la opción “Desarrollo de Aplicaciones Accesibles”, que muestra documentación en formato hipertextual sobre las técnicas y recomendaciones de accesibilidad del W3C en cuanto a contenidos Web y cómo estas pueden ser verificadas sobre el código estático generado por la herramienta o por el desarrollador. De igual forma, la interfaz del prototipo incluye ayuda específica sobre los diferentes aspectos que pueden analizarse mediante él. Parte de dicha información se obtiene recuperando el número de directriz y de punto de verificación de las reglas correspondientes a las pautas que se verifican en las cada una de las opciones (atributos “guideline” y “checkpoint” de las etiquetas RULE). Los cuadros de diálogo que se activan desde la interfaz principal incorporan también información sobre el aspecto concreto al que hacen referencia, mostrándose la documentación de la misma manera que en la interfaz principal, con la única diferencia de que se obtiene el enlace a partir de la regla en curso y no desde un conjunto de reglas implicadas.

### 3. Integración de la Accesibilidad en el Ciclo de Vida del Software

Puesto que, como se mencionó en un principio, consideramos la accesibilidad como un factor de calidad del software, los principios de garantía de calidad del software (SQA) deben tener en cuenta la accesibilidad en aplicaciones Web. Más concretamente, se debe tener en cuenta el clásico modelo de amplificación de errores descrito en [9]. Este modelo establece que no solamente los errores son más caros de corregir en etapas tardías del desarrollo sino que los errores al principio del ciclo de vida de una aplicación se propagan a etapas posteriores amplificándose en número.

Nuestra propuesta global integra la accesibilidad en el proceso de construcción del software tan pronto como sea posible. Hemos escogido como marco de referencia el Proceso Unificado [4], pero el modelo es directamente aplicable a cualquier otro método. Como se expone a continuación, tan sólo la fase de análisis es independiente de las consideraciones de la accesibilidad.

En la fase de requisitos, la accesibilidad se ha de considerar un requisito no funcional; en la fase de diseño las recomendaciones se utilizan para diseñar las interfaces de usuario; la fase de implementación esta guiada por un EDW adaptado para la accesibilidad y durante las pruebas se comprobarán características adicionales de accesibilidad.

Como resultado del proceso propuesto, la accesibilidad queda garantizada después de la fase de implementación gracias a la adaptación y automatización de la verificación en el entorno, y por lo tanto, se necesita muy poco esfuerzo para corregirla durante la fase de pruebas.

Una vez que el EDW está adaptado, el esfuerzo que debe realizar una organización de desarrollo de software para terminar de adaptar su proceso a la accesibilidad debería dirigirse en dos direcciones:

- Introducir la “cultura de la accesibilidad” y formar a los desarrolladores en las recomendaciones de WAI.
- Adaptar las normativas internas de estilo para las interfaces de usuario añadiendo las consideraciones del citado consorcio.

### 4. Un Ejemplo de Adaptación de EDW: Macromedia DreamWeaver Ultradev

Nuestras ideas han sido probadas en el entorno Microsoft Visual InterDev [15] y más recientemente en Macromedia DreamWeaver Ultradev.

La interfaz principal del prototipo (ver Figura 5) es una ventana de paleta flotante. Este es el tipo de interfaces que se utilizan en entornos Macromedia para mostrar las diferentes funcionalidades (inserción de objetos en una aplicación o modificación de los elementos ya existentes mediante sus propiedades, por ejemplo). Una paleta flotante es un fichero HTML que se puede asociar a determinadas opciones del menú del entorno y que contiene un formulario HTML y manejadores de eventos que se asocian a sus diferentes elementos.

Los usuarios de Macromedia Dreamweaver Ultradev pueden verificar la accesibilidad de los contenidos seleccionando todos o alguno de los diferentes temas

de accesibilidad mostrados en la paleta. Cuando se pulsa en el botón “Comenzar la Verificación” se captura el árbol DOM del documento mostrado en la ventana actual del entorno. El algoritmo de verificación recupera entonces las reglas que pertenezcan a la directriz asociada a la opción seleccionada y el MRC las aplica secuencialmente sobre los nodos del árbol utilizando métodos de filtrado del propio esquema de DOM.

Como ya se ha descrito, la acción correctora se dispara de acuerdo con el sujeto de la regla y la estructura del nodo en estudio.

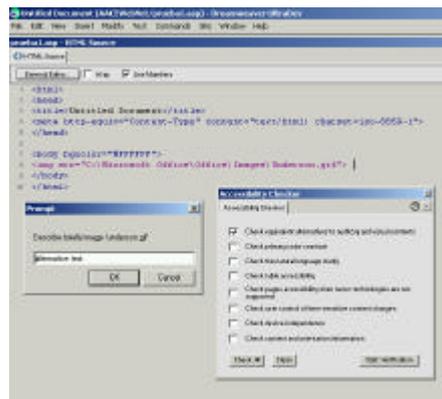


Figura 4. Interfaz principal del prototipo para verificar la accesibilidad en Macromedia DreamWeaver UltraDev

## 5. Conclusiones y Trabajo Futuro

La primera conclusión que se obtiene de nuestro trabajo es que muchas de las directrices para garantizar la accesibilidad pueden ser automatizadas utilizando formatos extensibles persistentes. No obstante, hay algunas de ellas que continúan siendo responsabilidad del desarrollador. Por lo tanto, si el EDW proporciona los mecanismos de extensibilidad apropiados, construir un algoritmo para verificar la accesibilidad de código estático en aplicaciones web es relativamente sencillo.

La segunda de las conclusiones es que al utilizar los mecanismos de extensibilidad de los EDW, nuestro enfoque se desarrolla como una extensión adicional de las versiones actuales de los entornos, sin que sea necesario rediseñar el entorno ni sacar una nueva versión de la herramienta, mientras quedamos a la espera de que los diferentes fabricantes de herramientas de desarrollo software incluyan en sus productos la accesibilidad como característica integrada. Otro aspecto relevante de estos prototipos es que pueden ser extendidos para manejar cualquier nueva pauta que surja en el futuro a medida que avance la tecnología Web, ya que la ejecución de las reglas se lleva a cabo de forma genérica y semi-automatizada, independientemente de su contenido. De hecho, se pueden incorporar nuevos sujetos para reglas sin que su definición y posterior tratamiento sea excesivamente costoso. Un ejemplo que ilustra este aspecto sería la inclusión de un subconjunto parcial de las recomendaciones para obtener contenidos multimedia accesibles [16]. Sin hacer un análisis exhaustivo,

algunas dichas recomendaciones pueden ser formalizadas en reglas con los formatos ya expuestos:

```
<SUBJECT tag="VIDEO" attribute="abstract"> Att in element
</SUBJECT> <CORRECTIVEACTION> Ensure </CORRECTIVEACTION>
```

O bien se puede crear otro sujeto denominado *elementos anidados* que permita formalizar recursivamente aspectos como:

```
<SUBJECT tag="PAR" tag="textstream"> Nested elements </SUBJECT>
<CORRECTIVEACTION> Ensure </CORRECTIVEACTION>
```

En cuanto a trabajo futuro, la mayor limitación que reside en la verificación de código de servidor. Es inviable construir una herramienta que permita la verificación y corrección de cualquier tipo de componentes de servidor que generen código HTML, puesto que en última instancia éstos son desarrollados de acuerdo a estilos de programación personales que hacen imposible verificar su contenido por inspección. La solución parcial sobre la que se está trabajando se basa en facilitar las pruebas sistemáticas desde el entorno. Estas pruebas se llevarían a cabo mediante las bibliotecas HTTPUnit, orientadas a la filosofía de pruebas XP [18]. Actualmente estamos desarrollando un asistente que se ejecuta cuando comienza la verificación y que permite al desarrollador introducir, entre otros datos necesarios, el nombre y los parámetros de la página *jsp* para generar el esqueleto de una clase Java que constituye el caso de prueba. El caso se encargaría de ejecutar la página en el servidor y recoger su salida en formato HTML, con el fin de construir su árbol DOM. Dicho árbol se verificaría utilizando el MRC y el resto de componentes expuestos en este trabajo.

## Referencias

1. A-Prompt Toolkit, disponible en <http://aprompt.snpw.toronto.ca/>
2. García B., E., and Sicilia, M.A.: Análisis de los problemas de accesibilidad en Internet desde el punto de vista del empleo. En: Actas del Congreso Ibero-latinoamericano de Informática Educativa Especial, Córdoba, España (2000).
3. García B., E., Sicilia, M.A., Hilera, J.R.: La Intranet como soporte a las aplicaciones de gestión en la empresa ¿una nueva barrera para las personas con discapacidad?. En: Actas de III Jornadas de Informática y Sociedad, Madrid, España (2000).
4. Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J.: The Unified Software Development Process. Addison Wesley (1999).
5. Nielsen, J.: Changes in Web Usability Since 1994. Jakob Nielsen's Alertbox (Diciembre 1997), disponible en <http://www.useit.com/alertbox/9712a.html>.
6. Nielsen, J.: The Difference Between Web Design and GUI Design. Jakob Nielsen's Alertbox (Mayo 1997), disponible en <http://www.useit.com/alertbox/9705a.html>.
7. Quint, V., Vatton, I.: An Introduction to Amaya. W3C NOTE (1997).
8. Nielsen, J. Disabled Accessibility: The Pragmatic Approach. Jakob Nielsen's Alertbox (Junio 1999), disponible en <http://www.useit.com/alertbox/990613.html>.

9. Pressman, R.: *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGrawHill (1997).
10. Treviranus, J. et al: *Authoring Tool Accessibility Guidelines 1.0 (ATAG)*. W3C Recommendation. (2000).
11. Wood, L. et al: *Document Object Model (DOM) Level 1 Specification Version 1.0*. W3C Recommendation (1998).
12. Gunderson, J., Jacobs, I.: *User Agent Accessibility Guidelines 1.0 (UAAG)*. W3C Proposed Recommendation (2000).
13. Chisholm, W. et al: *Web Content Accessibility Guidelines 1.0 (WCAG)*. W3C Recommendation (1999).
14. Pemberton, S. et al: *XHTML™ 1.0: The Extensible HyperText Markup Language. A Reformulation of HTML 4 in XML 1.0*. W3C Recommendation (2000).
15. García Barriocanal, E., Sicila Urbán, M. A., Hilera González, J. R.: *Adapting the Web Development Environment for Accessible and Usable Application Construction*. En: *Actas de Webnet 2000 World Conference*, San Antonio, Estados Unidos (2000).
16. Koivunen, M.: *Accessibility Features of SMIL*. W3C Note (1999).
17. McCathieNevile, C., Koivunen, M: *Accessibility Features of SVG*. W3C Note (2000).
18. Beck, K.: *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley (2000).

# Interacción Persona-Web empleando recursos lingüísticos <sup>1</sup>

P. Martínez<sup>1</sup> y A. M<sup>a</sup> García-Serrano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Informática, Grupo de Bases de Datos Avanzadas, Avda. de la Universidad 30, 28911 Leganés, Madrid, España

pmf@inf.uc3m.es

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Inteligencia Artificial, Grupo ISYS, Campus de Montegancedo S/N, 28660, Madrid, España  
{agarcia, psanchez}@dia.fi.upm.es

**Resumen.** Una de las hipótesis para la mejora de la interacción persona-ordenador se basa en el uso del lenguaje natural; para este ambicioso objetivo, se plantea un primer nivel en el que se emplea conocimiento lingüístico simple en aquellos procesos no muy complejos involucrados en la interacción. En este trabajo se muestran aspectos relacionados con la integración de la tecnología disponible de tratamiento de lenguaje natural en el desarrollo de un metabuscador que alcance un mayor grado de acierto en la recuperación de información realizada por un buscador tradicional. En particular, se describe el proceso realizado para la extensión de las consultas de los usuarios con información lingüística empleando dos recursos léxicos para el castellano: ARIES para el tratamiento de la morfología y EuroWordnet para el tratamiento de la semántica.

Este trabajo forma parte del sistema MESIA, Modelo computacional para extracción selectiva de información de textos cortos, diseñado para el sitio Web de la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM).

Palabras clave: interacción con Web, consultas en lenguaje natural, recursos lingüísticos.

## 1 Introducción

Las necesidades en el desarrollo de sistemas con capacidades de interacción avanzada con los usuarios ha motivado un nuevo tipo de diseño de agentes interfaz en el que se articulen tecnologías web así como todas aquellas que provienen de diferentes campos de la informática y que permitan mejorar la interfaz. En [19] se muestra como propuestas que provienen de la inteligencia artificial (que aborda diferentes formas de representación de la información disponible y su gestión adecuada o inferencia para el diseño estructurado de sistemas basados en el conocimiento) y de la ingeniería lingüística (que posibilita el uso de lenguaje natural en las interfaces) pueden

---

<sup>1</sup> Este trabajo está soportado por el proyecto CAM MESIA 07T/0017/1998.

aplicarse para aumentar la satisfacibilidad del usuario sobre la base de sofisticadas interfaces multimedia y respuestas adecuadas tanto al usuario como a su pregunta [13]. Mucho trabajo se ha realizado en las interfaces para acceso a base de datos, [11], [12], en las cuales se han incorporado en alguna medida modelos lingüísticos como la retórica en los trabajos de Maybury y Wahlster, la teoría de los actos comunicativos en trabajos de Flores y Winograd, [19], pero desde la década pasada la cantidad ingente de información disponible en la Web (sin estructura) hace que se haya planteado el problema de la accesibilidad a esta información a través de asistentes virtuales que trabajen sobre el llamado *semantic web* (idea global para aportar estructura). El uso de recursos lingüísticos (disponibles para varias lenguas) hace posible plantear interfaces que tras la intervención del usuario, realice un proceso lingüístico que mejore la respuesta del sistema. En este trabajo se muestra cómo se realiza este proceso lingüístico para la interpretación y modificación de la consulta del usuario en un entorno Web.

Actualmente los buscadores existentes (AltaVista, Yahoo, y otros) se basan en análisis estadísticos que aportan una forma de discriminación y selección de páginas Web relacionadas con una consulta; el crecimiento exponencial de la información en Internet hace que la simple equiparación de cadenas (búsqueda basada en palabras clave) produzca muchos más documentos de los necesarios (información irrelevante mezclada con la relevante) y que documentos que deberían aparecer como resultado de una búsqueda no lo hagan por no contener explícitamente los términos de la consulta sino otras palabras o expresiones relacionadas con la consulta, [1].

Basándose en la hipótesis de que para mejorar los resultados de la búsqueda es necesario modificar automáticamente la consulta, se pueden plantear estrategias que tengan en cuenta otros aspectos relacionados con los documentos para su selección, así como proporcionar mecanismos que incorporen criterios de búsqueda para mejorar la especificación de petición (a través de la experiencia adquirida).

Los trabajos realizados hasta el momento se concretan en [2]:

1. La modificación de la consulta original. El sistema transforma la consulta realizada en un lenguaje cercano al natural en una consulta formal, extrayendo los términos significativos y extendiéndolos mediante la inclusión de variantes morfológicas o sinónimos. El resultado de este proceso se guarda en una estructura que contiene información sobre la consulta original y las efectuadas por el buscador.
2. La clasificación de los documentos que forman el resultado de la búsqueda. El propio sistema de búsqueda extraerá del documento la información necesaria para su identificación a partir de una consulta (*content*). Esta información permitirá aplicar diferentes criterios obtenidos a partir del análisis del dominio o de forma experimental, ante la falta de una estructura unificadora que permita clasificar los documentos con un grado de certeza absoluto. Actualmente, estos criterios son de dos tipos, estructurales (los documentos pueden admitir cuatro formas posibles de acuerdo a la forma de su contenido) y semánticos (temática, objetivo divulgativo del texto, etc.). El resultado de este proceso se refleja en una estructura de rasgos que se genera para cada documento analizado y que se utiliza en el siguiente paso.
3. La acumulación de la experiencia. El sistema dispone de un gestor tanto del conocimiento extraído de los documentos como de los propios documentos (denominado bibliotecario). Está prevista la utilización de perfiles de usuario que permitirán decidir si la consulta se envía al gestor de conocimiento (que incorpora

conocimiento sobre las consultas mas frecuentes de cada tipo de usuario, o el resultado de análisis de los documentos correspondientes a consultas ya realizadas) o se lanza una nueva búsqueda. El modelo de usuario disponible actualmente es muy simple (una ontología con una descripción basada en el uso previsto del sistema para cada tipo de usuario) pero permite incorporar en algún caso condiciones a la consulta formal para intentar delimitar la respuesta del metabuscador.

El tratamiento automático tanto de la consulta como de los textos significativos incluidos en los documentos para la generación automática de la estructura semántica, exige la articulación tanto de conocimientos lingüísticos (generales y terminológicos) como del dominio y de control del proceso. Para el diseño basado en el conocimiento del sistema para búsquedas selectivas en castellano se han identificado los siguientes tipos de conocimiento a partir del de análisis manual realizado y uso previsto del sistema:

1. Conocimiento sobre la estructura de los documentos para su clasificación de acuerdo con diferentes criterios.
2. Conocimiento lingüístico sobre el sublenguaje del dominio (o dominios), el léxico terminológico y del análisis guiado por expectativas basado en expresiones significativas.
3. Conocimiento sobre los usuarios que realizan las consultas: preferencias (de acuerdo con el histórico) y otras restricciones (positivas o negativas).

Para que este conocimiento sea operativo es necesario desarrollar un sistema software que incorpore y articule convenientemente cada tipo de conocimiento. Es el conocimiento lingüístico del que nos ocuparemos mas extensamente en este artículo, ya que es el requerido para realizar el proceso automático del lenguaje natural (LN) de las consultas de los usuarios, y que incorpora recursos ya disponibles como son los léxicos terminológicos y generales, o etiquetadores morfológicos.

## **2 Conocimiento lingüístico empleado en recuperación de información**

En los últimos años se han incorporado algunas técnicas de análisis del lenguaje natural a los buscadores existentes, [3], dado que los métodos puramente estadísticos no llegan a alcanzar los resultados deseados. A continuación se indican para los distintos niveles de análisis lingüístico, los recursos y técnicas lingüísticas que pueden incorporarse para este fin:

1. Nivel morfológico: Es el nivel lingüístico que mas aparece en los sistemas de recuperación de información (RI). Así, los algoritmos de stemming (extracción de raíces) pueden ayudar a evitar que documentos relevantes a una consulta no sean eliminados (por ejemplo, si no se hace este análisis para las formas plurales de los nombres, entonces los documentos que incluyan las formas singulares no serán recuperados). Hay que destacar que el procesamiento morfológico no ofrece las mismas posibilidades para todos los idiomas. En el caso del castellano, al ser una lengua altamente flexiva, es decir con una rica morfología, este análisis puede

proporcionarnos mucha información en el proceso de RI, pero plantea problemas de eficiencia.

2. Nivel léxico: Este nivel lingüístico puede emplearse en RI tanto para el etiquetado morfosintáctico ad-hoc de los términos de las consultas (categorías gramaticales, nombres, verbos, adjetivos, etc.) como en la utilización de léxicos en los que se encuentran los rasgos gramaticales y semánticos de las palabras. Este nivel se evidencia en el conocimiento contenido en los thesauros y otros recursos similares. Así, nos pueden interesar las relaciones sintagmáticas y paradigmáticas de los términos que pueden ayudarnos en la formulación (semi)automática de las consultas (por ejemplo, rasgos especiales de las palabras como nombres propios, acrónimos, etc.).
3. Nivel sintáctico: A partir de la salida del etiquetado morfosintáctico y con el fin de detectar frases o grupos significativos para un dominio o sublenguaje concreto, este conocimiento se puede aplicar tanto a de la consulta como al texto de un documento. De esta forma se pueden conseguir mejores términos de indexación que representan el contenido de los documentos así como palabras clave mas precisas en las consultas (no es lo mismo buscar documentos sobre “conciertos” que sobre “conciertos de jazz”).
4. Nivel semántico: Este nivel se refiere a la interpretación del significado de las oraciones como una unidad, en contraposición con el significado individual de las palabras o sintagmas que las componen. Algunos de los fenómenos lingüísticos que se pueden tratar conciernen a la desambiguación semántica, a la identificación de las relaciones del verbo y sus argumentos en una oración o a la expansión de una consulta mediante la adición de todos los sinónimos equivalentes de los términos de la consulta.  
La expansión de términos puede realizarse empleando fuentes léxicas como EuroWordNet, [4], [5], o un thesaurio; sin embargo, el reto consiste en añadir sólo aquellos términos que son pertinentes y que suponen la expansión acertada del significado particular de la palabra en la consulta.  
Otra aproximación del procesamiento semántico es la producción de vectores semánticos para representar documentos y consultas, [6], pero su efectividad también se basa en que el significado apropiado de cada término se haya determinado previamente a su inclusión en el vector semántico.
5. Nivel de discurso: En este nivel se tratan aquellos aspectos que permiten identificar algunos de los principios de estructura y organización que implícitamente utilizan los autores de los documentos y consultas. El análisis del discurso busca el papel específico que una pieza de información desempeña en un documento, por ejemplo, si es una conclusión, una opinión, un hecho, una predicción, etc. Adicionalmente, el reconocimiento y resolución de una anáfora (fenómeno lingüístico de referencia de un elemento de la oración mediante un pronombre, por ejemplo) puede mejorar tanto el análisis de los documentos como la de las consultas, aunque pocos sistemas lo incorporan actualmente por la dificultad intrínseca de la anáfora, [7].
6. Nivel pragmático: Este nivel concierne con diferentes aspectos del entorno externo (a la pregunta y al discurso) que influyen en las interacciones entre el usuario y el sistema. Del mismo modo que un buen bibliotecario puede extraer de los usuarios diferente información como por ejemplo la finalidad para la que planean utilizar el

documento que están buscando, los sistemas de RI se beneficiarían al conocer las necesidades del usuario en el contexto de su historia y de sus objetivos particulares. Por lo tanto, puede también plantearse la incorporación algunos aspectos básicos de la comunicación en la interfaz de usuario de un sistema RI y que contengan referencias al modelo de usuario.

Existen motores de búsqueda que incorporan alguno de estos niveles de conocimiento lingüístico (morfología, sintaxis, léxico, semántica) sobre todo en prototipos de investigación más que en buscadores comerciales. Particularmente, se hace uso de listas de parada (palabras demasiado frecuentes en el lenguaje y que no aportan información de utilidad como son las preposiciones, adverbios, determinados verbos, etc.), algoritmos de extracción de raíces para el inglés, thesauros (relacionan las palabras de un determinado dominio mediante clases), bases de datos léxicas como Wordnet, [8], para recuperación de información mediante la equiparación de conceptos en vez de palabras o términos así como para la expansión de las consultas y léxicos morfológicos (que permiten utilizar información morfosintáctica para mejorar la aplicación de los métodos estadísticos).

## 2.1 Uso de recursos lingüísticos en MESIA

La incorporación de técnicas lingüísticas al buscador se ha abordado en la primera versión de MESIA, a partir de la integración de diferentes recursos lingüísticos disponibles actualmente para el castellano: ARIES y EuroWordnet.

ARIES (<http://www.mat.upm.es/~aries/>), [9], es un léxico morfológico para el castellano desarrollado por la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad Autónoma de Madrid (licencia de uso). Está formado por un léxico español de 38.500 lemas y 600 morfemas flexivos, varias utilidades de acceso y mantenimiento y un analizador/generador morfológico. Para su integración en MESIA ha sido necesario traducir la base de datos léxica a PROLOG, [10].

En particular, en el sistema MESIA se utiliza un generador morfológico basado en el formalismo DCG (Definite Clause Grammar) para formación de palabras. Este generador permite, por ejemplo, obtener las formas *doctor*, *doctora*, *doctores* y *doctoras* a partir del lema *doctor* así como obtener sus categorías morfológicas. La palabra *doctor* tiene asociada la siguiente entrada en el léxico ARIES:

```

cat      =      n          /* nombre */
concat  =      wl         /* palabra que acepta morfema de número */
agr gen  =      masc      /* género masculino */
agr num  =      sing      /* número singular */
nut      =      plu2      /* formación del plural */
lex      =      doctor    /* lema */

```

EUROWORDNET (<http://www.let.uva.nl/~ewn/>), [4], [5], es una base de datos léxica que está estructurada en una ontología construida con varias relaciones semánticas entre palabras (nombres, adjetivos, verbos, etc.) en inglés, español, alemán e italiano.

Tiene dos niveles de estructura, una ontología superior de conceptos que refleja diferentes relaciones explícitas de oposición (v.g. animado e inanimado) y que puede verse como una representación de los distintos campos semánticos del vocabulario de EuroWordNet y una jerarquía de etiquetas de dominio que relacionan conceptos según distintos temas, v.g. deportes, deportes de invierno, deportes de agua, etc. Las relaciones semánticas más importantes de EuroWordNet son la sinonimia, antonimia, hiponimia, meronimia, vinculación y causa.

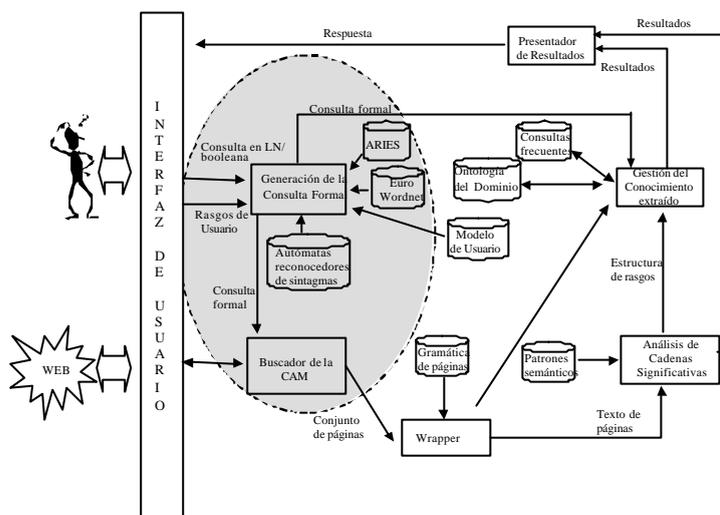


Figura 1: Arquitectura del sistema MESIA

### 3 Extendiendo las consultas de los usuarios

La Figura 1 muestra la arquitectura del sistema MESIA (la zona sombreada engloba el módulo de Generación de la Consulta Formal descrito en este artículo). Este componente incluye dos tareas principales:

1. La primera consiste en transformar la consulta del usuario en lenguaje natural (LN) en una consulta formal que el buscador pueda ejecutar. Estas consultas pueden ser oraciones o frases sencillas, como las que se muestran a continuación, de las que hay que extraer los términos significativos para la búsqueda (actualmente sólo se manejan nombres y adjetivos):

- Becas para estancias en el extranjero
- Estancias en universidades extranjeras
- Proyectos de investigación financiados por la CAM para el año 2001
- Pruebas de acceso a la universidad

La extracción de términos significativos es un proceso de *shallow parsing* basado en la utilización de ARIES para etiquetar morfológicamente (categoría y rasgos de

género y número) cada término de la consulta en LN realizada por el usuario. El predicado utilizado es:  $w(\text{Lema,Categoria,Genero\_Persona,Numero\_Tense,Palabra,[]})$ . Por ejemplo, para la obtención de los rasgos morfológicos del término *doctores*, se tiene:

?-w(L,C,G,N,doctores,[]).

L = doctorar C = v (verbo) G = sing\_2 N = pres\_subj;

L = doctor C = n (nombre) G = mas N = sing.

Posteriormente, se lleva a cabo una segmentación de la consulta con el fin de detectar sintagmas nominales, preposiciones y verbales. El conocimiento lingüístico de la sintaxis de estos sintagmas lo forman un conjunto de autómatas en cascada representados como Redes de Transición Recursiva, que describen los distintos tipos de sintagmas básicos, [11], [12].

Esta segmentación de la consulta original en frases va a permitir obtener los núcleos y modificadores de los sintagmas para después aplicar una estrategia de colocación de los operadores booleanos (AND y OR) en la generación de la consulta formal.

2. La segunda funcionalidad consiste en extender los términos significativos de la consulta (formal) utilizando conocimiento lingüístico. Esta ampliación se hace de dos formas:

1. Utilizando la base de datos léxica ARIES se incluyen para cada término significativo sus variaciones morfológicas (por ejemplo, singulares y plurales) que pasarán a formar parte de la consulta formal. Una solución mejor consiste en obtener las raíces de los términos y que sólo formara parte de la consulta la raíz pero esta solución no es viable puesto que el Buscador de la CAM no realiza el mismo proceso para obtener los términos de indexación de los documentos.

Por ejemplo, las variantes morfológicas del nombre *doctor* se obtienen con el predicado:

?-w(doctor, n, \_ , \_ , Palabra,[]).

Palabra = doctoras; Palabra = doctores; Palabra = doctora; Palabra = doctor.

2. Utilizando la base de datos léxica EuroWordnet se amplía la consulta con términos sinónimos o semánticamente relacionados. Así, por ejemplo, si el usuario pregunta por *becas*, se incluye el sinónimo *ayudas*.

La integración de la base de datos léxica EuroWordnet se ha realizado mediante una conversión al lenguaje PROLOG de parte de la red semántica (sólo las relaciones de sinonimia, hiponimia e hiperonimia). El predicado utilizado para obtener los términos semánticamente relacionados a uno dado es:

```
ewn(Lexema,                /* palabra de entrada a la red semántica
  Categoria,                /* categoría léxica: nombre, adjetivo o verbo
  sins(Sinonimos),         /* palabras con relación de sinonimia
  hyper(Hiperonimos),     /* conceptos más generales
  hypo(Hiponimos))        /* conceptos subclase
```

Para la expansión de los términos de la consulta, interesan únicamente las relaciones de sinonimia e hiponimia. Por ejemplo, para el término *estancia*, EuroWordnet devuelve los siguientes valores:

?- ewn(estancia, n, Sins, Hypers, Hypos).

Hypers= hyper(['actividad humana']), Hypos = hypo([escala, estancia]), Sins= sin([permanencia]) ? ;

Hypers= hyper([estancia]), Hypos= hypo([visita]), Sins = sin([ ]) ? ;

La consulta introducida por el usuario se almacenarán junto con la consulta generada por MESIA en la base de datos de documentos que contiene, además, información estructural de las páginas devueltas por el buscador (título, párrafo, links, etc.) junto con su formato XML (Extendible Markup Language, <http://www.w3.org/XML>), orden de relevancia de las páginas según diversos criterios, etc.

#### **4 Otros trabajos relacionados**

En [13] se describe el sistema de acceso a información turística en Web en inglés GETESS. Utiliza la semántica de los documentos (en un dominio restringido) que se encuentran en Web (bien porque se proporciona explícitamente bien porque se ha podido inferir utilizando algún sistema PLN incompleto); además utiliza métodos sintácticos de recuperación si los métodos en el ámbito semántico fallan. En particular, el sistema de búsqueda se caracteriza por: poseer conocimiento semántico que soporta la tarea de recuperación de información; comprender LN de forma parcial aunque robusta; permitir varias formas de interacción naturales al usuario y combinar conocimiento procedente de documentos estructurados y semiestructurados con sistemas de BD relacionales.

Los trabajos [14] y [15] utilizan una ontología (especificación consensuada y formal de un vocabulario utilizado para describir un dominio específico) para búsquedas en Web, pero a diferencia de MESIA basa la recuperación de información en una extensión del lenguaje HTML para incluir conocimiento semántico en la estructura de los documentos. En el trabajo de [16] se utiliza también una ontología en un determinado dominio utilizando Description Logics (DL) para realizar recuperación de información así como en [17].

En [18] se propone una arquitectura multiagente de dos niveles para la gestión de la información existente en la red. En el primer nivel de la arquitectura se encuentran los agentes personales que asisten a los usuarios concretos mientras que en el segundo nivel, conectados por la red con los anteriores, están los agentes especializados en un tema concreto; para llevar a cabo la tarea en la que son expertos se conectan a las fuentes de información que se encuentran en la red (búsqueda de información, gestión de una BD, etc.).

#### **5 Conclusiones y trabajos futuros**

Este trabajo tiene como objetivo mostrar como la utilización de conocimiento lingüístico y del dominio mejora la recuperación de información y la interacción del usuario con la Web, actuando sobre las consultas del usuario.. El metabuscador MESIA amplía la búsqueda habitual (consulta) con nuevas capacidades semánticas obtenidas a partir del análisis de la estructura de las páginas, del tratamiento

lingüístico de algunas de las unidades de texto seleccionadas automáticamente y de la experiencia de uso.

Actualmente, se está llevando a cabo la experimentación con el servidor Web de la CAM para medir los valores de *recall* y precisión, [1], y concluir objetivamente la influencia del conocimiento lingüístico en los resultados de la búsqueda. Para ello, se han definido cuatro tipos de búsqueda sobre una colección de documentos: consulta básica ejecutando la consulta del usuario tal cual la formula, consulta expandida sólo con variantes morfológicas proporcionadas por ARIES, consulta expandida con sinónimos e hipónimos de EuroWordnet y, por último, consulta expandida tanto utilizando ARIES como EuroWordnet.

Un problema que se plantea con la utilización de EuroWordnet es la ambigüedad (sinónimos no pertenecientes al contexto de la consulta) que podrían producir una disminución del valor de la precisión. Una posible solución podría consistir en mostrar al usuario los términos relacionados semánticamente con los términos significativos de la consulta para que lleve a cabo un filtrado.

Muchos son todavía los problemas que deben solventar la tecnología de los motores de búsqueda en Internet relacionados con el resultado de la búsqueda:

1. El problema de la *realimentación por relevancia* consistente en marcar documentos relevantes y no relevantes, o marcar cada documento con una jerarquía de relevancia (muy, poco, nada relevante) y ordenar los documentos por la relevancia que tienen según el usuario.
2. El usuario no emplea los términos de búsqueda adecuados y como los resultados de la búsqueda se centran más en la cantidad que en la calidad, las herramientas deberían manejar modelos de usuario para guiar el proceso o al menos ordenar los resultados.

En los sistemas de recuperación de información las variables que intervienen (índices, funciones de similitud, medidas de relevancia, etc.) se refieren a medidas que no tienen que ver con el usuario. Se debería utilizar información sobre: estado del usuario, necesidades del usuario (información relevante/irrelevante) y filtro sobre las decisiones y percepciones del usuario (objetividad vs subjetividad).

Para la incorporación al sistema de un modelo de usuario en el que el sistema deberá clasificar el usuario pero no mediante una consulta exhaustiva a través de formularios, se utilizará un modelo parcial inicial, que se vaya modificando a través de la experiencia de uso del sistema por los diferentes usuarios junto con un sistema de mantenimiento gestión automática de los modelos de usuarios personales y genéricos.

Por otro lado, los trabajos actuales con el estándar XML permitirán que la tecnología de buscadores mejore considerablemente pues se podrán realizar búsquedas por contenido semántico en las páginas Web.

## Referencias

1. Ricardo Baeza-Yates, Berthier Ribeiro-Neto: Modern Information Retrieval. Chapter 3. Addison Wesley, 1999.
2. Paziienza, M. T. (Ed.) Information Extraction: Towards Scalable, Adaptable Systems. LNAI Tutorial, Springer Verlag, 1999.

3. Liddy, E. D. Enhanced Text Retrieval Using Natural Language Processing. *ASIS Bulletin*, Abril/Mayo, V. 24, N. 4, 1998 ([www.asis.org/Bulletin/Apr-98](http://www.asis.org/Bulletin/Apr-98)).
4. Vossen, P. EuroWordNet: a multiingual database for information retrieval. *DELOS workshop on Cross-language Information Retrieval*, Zurich, 1997.
5. J. Gonzalo, M.F. Verdejo, I. Chugur, Fernando López, Anselmo Peñas. "Extracción de relaciones semánticas entre nombres y verbos en EuroWordNet". *Actas de la SEPLN98*, 1998.
6. Voorhees, E. Natural Language Processing and Information Retrieval. En *Information Extraction: Towards Scalable, Adaptable Systems*. Maria Teresa Pazienza (Ed.). LNAI Tutorial, Springer Verlag, 1999.
7. Palomar M. et al. PHORA: A NLP system for Spanish. *CICLing 2001*.
8. Miller, G. A. WordNet: A lexical Database for English. *Communications of the ACM*, 38, 11, pp. 39-41, Noviembre 1995.
9. Goñi, J. M., González, J. C. y Moreno, A. ARIES: A lexical platform for engineering Spanish processing tools. *Natural Language Engineering*, 3 (4), pp. 317-345.
10. F. Bueno, D. Cabeza, M. Carro, M. Hermenegildo, P. López, y G. Puebla (1999) "The Ciao Prolog System: A Next Generation Logic Programming Environment, REFERENCE MANUAL" The Ciao System Documentation Series Technical Report CLIP 3/97.1, The CLIP Group School of Computer Science Technical University of Madrid.
11. Martínez Fernández, P. Propuesta de estructuración del conocimiento lingüístico para interpretación de textos: Aplicación al diseño de bases de datos. Tesis Doctoral. Facultad de Informática, UPM, Julio 1998.
12. Martínez, P. y García-Serrano, A. A Knowledge-based Methodology applied to Linguistic Engineering. In R. Nigel Horspool Ed., *Systems Implementation 2000: Languages, Methods and Tools*. London: Chapman & Hall, pp. 166-179, 1998.
13. Staab, Steffen, Christian Braun, Ilvio Bruder, Antje Düsterhöft, Andreas Heuer, Meike Klettke, Günter Neumann, Bernd Prager, Jan Pretzel, Hans-Peter Schnurr, Rudi Studer, Hans Uszkoreit, & Burkhard Wrenger. A System for Facilitating and Enhancing Web Search. *Proceedings of International Working Conference on Artificial and Neural Networks (IWANN '99)*. Alicante, ES, 1999.
14. Fensel, D., Angele, J., Decker, S., Erdmann, M., Schnurr, H., Staab, S., Studer, R. y Witt, A. On2broker: Semantic-based access to information Sources at the WWW. *Proceedings of the World Conference on the WWW and Internet (WebNet 99)*. Honolulu, USA. Octubre 1999.
15. Chiang, R., Chua, C. y Storey V. A Smart Web Query Engine for Semantic Retrieval of Web Data. *NLDB 200*, Versalles, Francia, Junio 2000.
16. Möller, R., Haarslev, V. y Neumann, B. Semantics-based information retrieval. *Information Technology and Knowledge Systems (IT & KNOWS)*. Viena y Budapest, 1998.
17. Todirascu, A., Beuvron, F, Galea, D. , Keith, B. and Rousselot, F. Using Semantics for Efficient Information Retrieval. *NLDB 2000*, Versalles, Francia, Junio 2000.
18. Julian, V., Carrascosa, C. y Soler, J. Una arquitectura de sistema multi-agente para la recuperación y presentación de la información. *IV Congreso ISKO-España EOCONSID'99*, 22-24 de Abril, Granada, 1999.
19. Hernández, J. Modelos Avanzados de Interacción Usuario-sistema: una perspectiva. *Cuadernos de Informática*, N° 1, pag 75-124. FESI, 1999.

# WebTE: servicios integrados para la tercera edad basados en la web

R. Therón<sup>1</sup>, F. J. García<sup>1</sup>, Á. M<sup>a</sup> Moreno<sup>1</sup>, A. B. Gil<sup>1</sup>, B. Curto<sup>1</sup>, J. García<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Informática y Automática – Facultad de Ciencias

<sup>2</sup> Departamento de Teoría e Historia de la Educación – Facultad de Educación  
Universidad de Salamanca

{theron, fgarcia, amoreno, abg, carrasco}@usal.es  
bcurto@abedul.usal.es

**Resumen.** Un segmento de la población tradicionalmente olvidado es la Tercera Edad. WebTE es un sistema basado en la web que intenta alcanzar ración Profesor-Alumno muy cercana al trato personalizado. El sistema ofrece a la persona mayor la posibilidad de acceder a varios servicios dinámicos y personalizados. Actualmente el foro de discusión está funcionando con excelentes resultados, y los otros servicios están en fase de pruebas y mejoras. WebTE también ofrece una sencilla interfaz para evitar que el administrador de cada servicio necesite profundos conocimientos informáticos.

**Palabras Clave.** Interacción con Internet/WWW, espacio virtual educativo, teleformación, interacción persona-ordenador

## 1 Introducción

En el área de la interacción Persona-Ordenador una de las parcelas de mayor pujanza actualmente es el desarrollo de Sistemas de Educación basados en la Web. Sin embargo, un sector de población tradicionalmente olvidado es la Tercera Edad. Es importante hacer un esfuerzo para no condenar a las personas con disminuciones a un mundo sin noticias, comercio, entretenimiento, educación, trabajos, etc.

WebTE es un conjunto de servicios integrados dedicado a la Tercera Edad, que hace hincapié en la accesibilidad a través de Internet por parte de los *mayores*.

Se ofrece a la Tercera Edad una oportunidad única de completar su formación a través de los puntos de acceso disponibles en bibliotecas públicas, residencias de ancianos y hogares de la Tercera Edad. Además, el sistema ha sido diseñado teniendo en cuenta las peculiaridades de este sector para minimizar los obstáculos que puedan encontrarse en su acceso a la información.

El resto del artículo se organiza como sigue: en la siguiente sección se presenta una descripción de los servicios que ofrece el sistema WebTE; en el punto tres se explican algunas decisiones de diseño; los resultados se comentan en la cuarta sección, y finalmente, se presentan las conclusiones alcanzadas y las líneas de trabajo futuro.

## 2 El sistema WebTE

Este sistema trata de emular la interacción Profesor-Alumno de una forma muy cercana al trato personalizado, algo que es difícilmente alcanzable en un sistema de educación tradicional. Se trata de sortear las graves barreras que ofrecían las páginas Web estáticas, de forma que cada alumno tenga acceso exactamente a la información que necesita y en el orden y ritmo que su educador estime oportunos.

Así, una persona mayor tiene acceso a estos servicios dinámicos y personalizados: Foro, Cursos, Tabón de Anuncios, Web para Mayores y Revista Electrónica.

### 2.1 Foro

Área de discusión tutelada por especialistas en varios temas. Se establece un sistema de Pregunta-Respuesta-Duda-Aclaración (Fig. 1), es decir, cualquier usuario puede plantear una pregunta; ésta puede ser respondida por el especialista y/o por cualquier otro usuario; el usuario obtendrá la(s) respuesta(s) recibidas y podrá pedir una aclaración, en cuyo caso, si recibe tal aclaración la pregunta se da por finalizada.

Cada usuario al entrar en el foro recibe la información actualizada de su actividad en el mismo (lista de respuestas a preguntas y/o aclaraciones que haya planteado, lista de aclaraciones que le han solicitado, etc.).



Fig. 1. Mecanismo Pregunta-Respuesta-Duda-Aclaración del Sistema WebTE

### 2.2 Cursos

Cursos, propuestos por un profesor o por un alumno, compuesto por una serie de unidades (lecturas, ejemplos prácticos, visualización de vídeos, redacción de trabajos para revisión, etc.) que serán completadas por cada alumno según el orden y el ritmo que decida el profesor que supervisa el aprendizaje. Ambos tienen una visión

personalizada de la marcha del curso (por ejemplo, el alumno al entrar en el sistema recibe la corrección de la prueba y la siguiente unidad que tiene que realizar).

### 2.3 Tablón de Anuncios

Cada usuario se da de alta en las actividades sobre las que está interesado en recibir información de cuándo, dónde y requisitos de eventos que se vayan a producir.

### 2.4 Web para Mayores

Se almacenan perfiles de usuario de forma que se obtienen una listas personalizadas con enlaces a páginas de contenidos orientados a la Tercera Edad o a temas generales.

### 2.5 Revista Electrónica

Si se accede como lector tendrá disponible el(los) último(s) número(s) publicado(s), búsquedas por número, autor, fecha, etc. Entrando como autor se envía un artículo, la aplicación lo formatea y lo maqueta para la publicación; también recibe información de la (no) aceptación del mismo. Por otro lado, el editor puede ver todos los artículos recibidos y decidir sobre su publicación, así como escribir un comentario al autor.

## 3 Facilitando la utilización del WebTE

Teniendo en cuenta que se trata de un colectivo (Tercera Edad) con limitada experiencia en el manejo de ordenadores, el sistema ha sido desarrollado según un temprano y continuo estudio del diseño de colores, del formato de los datos presentados y de los métodos de acceso, adecuado a los mayores [1].

A continuación se hace una revisión de algunas de las decisiones de diseño (centrándonos en el servicio Foro por estar completamente validado).

### 3.1 Accesibilidad

Se consideran una serie de puntos [2] para hacer disponible el contenido de la Web a personas con alguna discapacidad (p.e: problemas de vista, capacidad lectora, etc.).

**Familiaridad:** Trato familiar y personalizado para evitar el rechazo inicial.

**Metáforas:** Se facilita el acceso a personas que tengan discapacidades cognitivas, del aprendizaje o lectoras. La figura 2 muestra los semáforos utilizados en el foro para indicar las preguntas contestadas (luz verde) y las preguntas sin contestar (luz roja), además estos iconos tienen un equivalente de texto (para facilitar el uso a personas que puedan no entender el significado del icono).



Fig. 2. Uso de iconos para facilitar la accesibilidad al Foro del Sistema WebTE

**Navegabilidad:** Adiestramiento mínimo en el uso del sistema: A todos los servicios se accede a través de una barra de botones, mientras que a las opciones del Foro se accede a través de enlaces siempre presentes en la parte superior, o con enlaces que abren otra ventana (ficha de usuario (Fig. 1) o de una pregunta).

**Colores:** Contraste entre colores adecuado para que sea visible para personas con problemas de vista o para el caso de que accedan con monitores monocromos.

**Tamaños:** Tamaños relativos: se asegura una adecuada presentación de los datos en los diferentes equipos. Uso de resolución 800x600, configuración mínima actual.

**Movimiento:** Exclusión de imágenes en movimiento o parpadeantes que dificultarían la comprensión a personas inexpertas o con problemas de vista.

**Formatos:** Exclusión de formatos de datos distintos al HTML, que complicarían el uso del sistema a usuarios inexpertos: (PDF, Shockwave, PostScript, etc.).

**Búsquedas:** Por temas y subtemas. Se huye de mecanismos más confusos.

**Contexto:** Se agrupan elementos. P.e.: la pantalla inicial del Foro hay tres grupos de preguntas: las respondidas, las no respondidas, y las aclaraciones solicitadas

**Automatización:** Se evitan tareas (p.e.: comprobar aclaraciones pendientes).

**Experiencia Informática:** Se evita que el administrador tenga que ser un experto informático para realizar altas, bajas, y modificaciones de usuario, así como cambios en la configuración (número de días antes de que caduque una pregunta, ruta de las fotos de usuario, etc.). También se ha automatizado la generación de *Logins* y *Passwords* de usuario, según los métodos que garanticen la seguridad del sistema.

## 4 Resultados

Como se ha expuesto en apartados anteriores, se ha diseñado e implementado un sistema basado en la web especialmente pensado para las personas mayores.

Se ha validado el sistema con los dos navegadores, Netscape e Internet Explorer.

El grado de satisfacción de los usuarios, en los tres niveles especificados (usuario normal, especialista y administrador), es el deseado.

Se ha superado la necesidad de personal con amplios conocimientos informáticos para administrar y mantener el sistema WebTE.

## 5 Conclusiones y Trabajos Futuros

WebTE se integra en el espacio virtual educativo *Enclave* [3, 4].

El Foro de discusión ha servido como validación de la interacción entre los usuarios y la aplicación, con resultados de usabilidad muy prometedores.

Se ha podido concluir que:

- Las personas mayores asimilan sin grandes problemas el funcionamiento básico de la aplicación basada en la Web.
- El diseño de colores y tamaño de letra es adecuado (válido incluso para las personas con problemas de vista).
- La barra de botones y los enlaces superiores facilitan el aprendizaje, que no tienen que conocer especialmente el funcionamiento de los navegadores.

Como líneas de trabajo futuro se plantea la validación y puesta en explotación del resto de servicios; la ampliación de los servicios ofrecidos: conversación en seminarios, videoconferencia, etc.; y la mejora de la accesibilidad de la aplicación contemplando un mayor nivel de personalización: tamaño de las fuentes, colores, etc.

## 6 Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado dentro del Proyecto FEDER 1FD1997-2148-C02-02 (TIC)

## 7 Referencias

1. \_: Ameritech Graphical User Interface. Standards and Design Guidelines, 1992-1995. <http://www.ameritech.com/corporate/testtown/library/standard/std-guix.html>
2. Chisholm, W. (ed.), Vanderheiden, G. (ed.), Jacobs, I. (ed.): Web Content Accessibility Guidelines 1.0, W3C Recommendation 5-May-1999, W3C, 1999.
3. García, F. J., Moreno, Á. M<sup>a</sup>, Gil, A. B., López, R. y García, J.: Espacios Virtuales Educativos como Complemento a las Actividades Formativas Clásicas en el Ámbito de Internet. Enviado a Interacción-2001 (2001).
4. Moreno, Á. M<sup>a</sup>., García, F. J., García, J. y Alonso, L.: Componentes Software para Entornos Virtuales de Educación. En las actas de las Jornadas UNED-2000 Conocimiento, Método y Tecnologías en la Educación a Distancia. (2000) 122-126.



# Evolución de la interfaz gráfica del motor de búsqueda de un portal educativo

B. Gallego, L. Montandon, A.-M. Sassen, J. Whitehead

Sema Group sae, División de Ingeniería de Software, International Telematic Applications,  
Albarracín, 25, 28037 Madrid, España  
{ belen.gallego, lydia.montandon, anne-marie.sassen, jonathan.whitehead }@sema.es

**Resumen.** Durante el estudio de viabilidad de un portal educativo europeo para un proyecto de la Comisión Europea se analizaron 29 sitios web representativos sobre educación y formación presentes en Internet, prestando una atención especial a las herramientas que tales páginas ofrecen como ayuda para la localización de la información (catálogos, motores de búsqueda). Diversos trabajos se han ocupado de los requerimientos de los expertos relativos a estas herramientas de búsqueda, pero las necesidades del público general en este campo no eran hasta ahora bien conocidas. A fin de determinar y definir estas necesidades, se construyó un prototipo que incluía una interfaz gráfica del usuario para la búsqueda avanzada. El presente artículo intenta resaltar la trascendencia que durante el desarrollo del proyecto tuvo la transformación de la primera versión de la interfaz en una búsqueda guiada de 5 pasos.

**Palabras clave:** interfaz gráfica del usuario, GUI, motores de búsqueda, interacción persona-computador, educación

## 1 Introducción

*GATEWAY to the European Learning Area* [1] es un proyecto europeo multidisciplinar cuyo principal propósito es la elaboración de un *portal multilingüe en Internet* que promueva la igualdad de oportunidades para el acceso a la educación de todos los ciudadanos, canalizando el potencial didáctico proporcionado por los nuevos recursos multimedia. Con tal fin, la Comisión Europea -y más concretamente el IPTS (Institute for Prospective Technological Studies) dentro del JRC (Joint Research Centre), encargó a Sema Group sae un estudio de viabilidad para que fueran analizados los requisitos de un conjunto de usuarios sumamente heterogéneo.

De todos es sabido que uno de los escollos con los que tropieza el usuario a la hora de la localización de información en Internet es la abrumadora cantidad de fuentes disponibles. La existencia de palabras homónimas al término solicitado por el usuario incrementa considerablemente la longitud del listado de resultados obtenidos, contaminándolo con numerosas referencias que nada tienen que ver con su demanda de información, y los sinónimos que olvida o no conoce pueden estar privándole de la obtención de resultados importantes vinculados a su petición. Para poder crear un método de búsqueda adecuado y certero que solvente esta dificultad hay que entender

perfectamente cómo se almacena la información en Internet. Además es necesario determinar con precisión las características del público al que nos dirigimos: cómo son los usuarios finales y cuáles son exactamente sus requerimientos. Para ello siempre resulta útil conocer experiencias previas.

Para abordar nuestro estudio comenzamos por seleccionar y analizar 29 recursos educativos internacionales de interés presentes en Internet. Casi todos contenían herramientas para localización de información que pueden clasificarse básicamente en dos tipos: catálogos (*browsers*) y motores de búsqueda. Los motores de búsqueda simples son habituales, pero a veces no son suficiente y su usabilidad es relativa. El usuario teclea una o más palabras sin demasiada dificultad, dejando en manos del algoritmo del motor de búsqueda que permanece oculto a sus ojos una tarea ingrata y compleja que no siempre produce resultados satisfactorios.

Diversas encuestas recogidas en algunos de los sitios web estudiados y en otros lugares de la red cuya relación puede encontrarse en [2] recopilaban suficiente información sobre los requerimientos de los usuarios más experimentados y/o especializados (estudiantes, investigadores, profesores universitarios). Por esta razón decidimos desarrollar un procedimiento para determinar las necesidades de un público más general (personas no directamente vinculadas a la educación ni acostumbradas al uso de Internet), que no habían sido evaluadas en estudios previos, para lo que se requería la construcción de un prototipo con una interfaz de usuario amigable (*user-friendly*) para la búsqueda. Este método sería más efectivo que un simple cuestionario en línea sobre preferencias.

Definimos nuestro objetivo (*target*) como el conjunto de todos aquellos usuarios europeos que al menos conocieran algún sistema operativo basado en ventanas, como p. ej. Windows -en cualquiera de sus versiones- y que supieran cómo usar un ratón. Ni siquiera requeríamos conocimientos previos sobre la WWW, especialmente en grupos de población específicos, como los usuarios de la Tercera Edad.

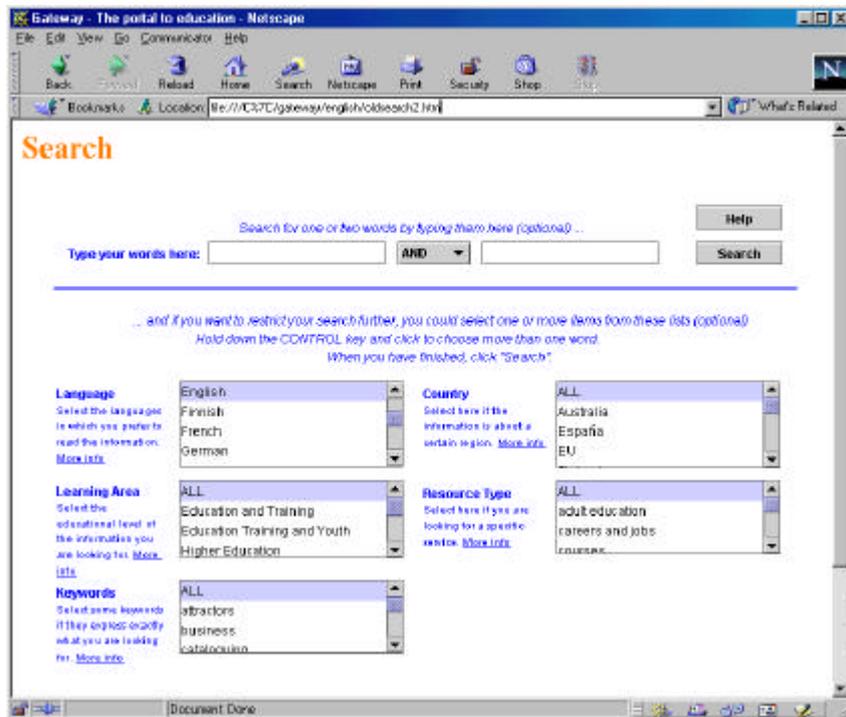
## 2 Metodología

### 2.1 Primera versión del prototipo

Basándonos en las observaciones y ejemplos de los sitios web aludidos en la introducción, creamos una primera versión de nuestro prototipo dotado de una interfaz para la búsqueda (figs 1 y 2) incorporando algunos elementos relacionados directamente con la educación que permitieran restringir el número de resultados (en adelante denominaremos *restringidores* a estos elementos).

Las cajas de texto superiores estaban separadas ópticamente de los restringidores por medio de una línea. Incorporaba la posibilidad de usar hasta dos palabras mediante el empleo de booleanos (and/or), un botón para iniciar la búsqueda y otro que despliega un menú de ayuda. Las cajas de lista que forman los campos de restricción para la búsqueda eran el *idioma* en el que el usuario quiere leer la información, el *país* en el que está situado el recurso, el *nivel educativo* (educación primaria, etc.), *tipo de recurso* (cursos, educación de adultos...) y una lista de *palabras clave* especiales para

distinguir cada recurso. Por defecto, en cada campo estaba seleccionada la opción *Todos*.



**Fig. 1.** Aspecto de la primera versión de la interfaz del usuario para el motor de búsqueda

## 2.2 Evolución del prototipo: pruebas con usuarios y *feedback*

A primera vista, nuestra interfaz parecía clara y adecuada a nuestro propósito. Los restrictores ofrecían listados de palabras relevantes para la educación clasificadas en grupos. Pero cuando sometimos nuestro prototipo a la prueba preliminar, el resultado no fue el que esperábamos: *el primer usuario no obtuvo resultados con el motor de búsqueda que parecía tan evidente*.

Durante un proceso de *feedback* y tras sucesivas pruebas, remodelamos y refinamos tanto el cuestionario a que sometíamos a los usuarios como la interfaz, siguiendo directrices comúnmente admitidas sobre técnicas de evaluación (Ver [3] y [4]).

Los usuarios de nuestro *target* encontraron dificultades diversas al enfrentarse con nuestro prototipo. En primer lugar, las ayudas e instrucciones no fueron empleadas por ninguno de los usuarios. Además no entendían el uso de los booleanos en la cabecera de la página. Por otra parte, detectamos dos tipos de reacciones:

- Algunos usuarios no entendían la conexión entre unos restrictores y otros, ni entre la cabecera de la página y los restrictores: creían que las cajas de lista eran una especie de buscadores independientes. La línea divisoria que habíamos añadido en estadios previos no hizo sino aumentar la magnitud del problema.
- Otros usuarios restringían la búsqueda tanto que no encontraban resultados. Supusimos que añadir un nuevo botón *Buscar* en la esquina inferior derecha o junto a cada caja no haría sino complicar las cosas y crearía confusión (el usuario se vería entonces obligado a elegir entre varios botones que hacen la misma función). En general, los usuarios se sentían perdidos.

El análisis de los resultados de estas pruebas previas inspiró un cambio radical en la concepción del prototipo. Pero la clave fueron las palabras del penúltimo de nuestros usuarios: “*Tengo demasiada libertad para elegir*”.

### 2.3 Interfaz para la versión final del prototipo: búsqueda guiada

El siguiente paso fue la creación de una búsqueda guiada paso a paso que incorporara ayudas cortas, puntuales y aptas para una rápida lectura (fig. 2).

Se trata de una *sucesión de preguntas directas en lenguaje simple* a las que el usuario debe contestar pulsando opciones en las cajas: *idioma/s* en el/los que se quiere leer la información, *país* y *palabras clave* (que se despliegan en una lista aparte). Los campos *Nivel Educativo* y *Tipo de Recurso* se fusionaron en una pregunta corta y clara: “¿*Qué estás buscando?*”, que ofrecía opciones más inteligibles para el usuario y más funcionales. Es necesario hacer uso de la barra de desplazamiento general para leer todas las preguntas secuencialmente. En el paso 4 (*palabras clave*), incluimos una ventana de texto para ofrecer la posibilidad de poder teclear cualquier palabra elegida. El botón *Buscar* está situado al final de la secuencia, impidiendo que el usuario se olvide de pulsarlo. Con este modelo, los usuarios no restringían tanto su búsqueda, no se sentían perdidos, y, lo que es más importante, conseguían resultados. El éxito de la nueva estructura tras las pruebas previas condujo al empleo de este modelo para obtener los requerimientos del público general en educación.

### 2.4 Conclusión

Tras el estudio y análisis de los motores de búsqueda empleados en 29 sitios web vinculados a la educación, creamos un prototipo que incluía una interfaz de usuario amigable, destinada a un público no especializado. Aunque la primera versión del interfaz del buscador parecía muy clara, los usuarios no conseguían llegar a resultados tangibles y manifestaban tener demasiada libertad para elegir. Un simple cambio por una interfaz que contenía una búsqueda guiada y concreta, en 5 pasos, nos condujo al objetivo perseguido. Los usuarios conseguían por fin resultados y no se sentían desorientados.

El lector interesado puede encontrar las conclusiones y recomendaciones finales de nuestro estudio en la referencia [1].

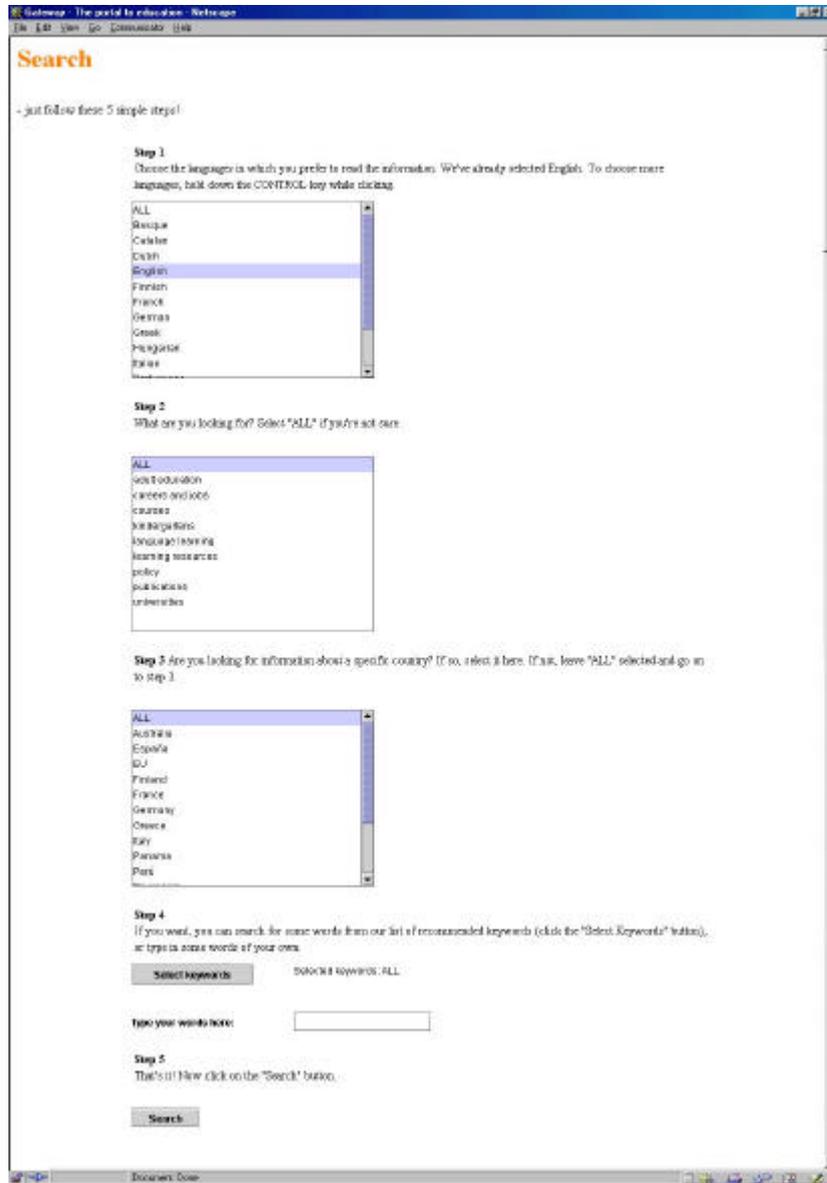


Fig. 2. Aspecto de la versión final de la interfaz del motor de búsqueda.

### 3 Referencias

1. IPTS projects : Learning Europe-GATEWAY to the European Learning Area-Feasibility Study <http://www.jrc.es/pages/f-project.html>
2. Gateway Project Feasibility Study, Task 2: User Requirement Study, cap 3: Summary of existing surveys, pp. 12-15, disponible en PDF en [1]
3. Nielsen, J.:How to conduct a Heuristic Evaluation [http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic\\_evaluation.html](http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html)
4. Abowd, G., Beale, R., Dix, A., Finlay, J.: Human Computer Interaction. 2ª ed. Prentice Hall Europe Essex, Gran Bretaña (1998) 405-442

### Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones sin las que no hubiera sido posible la realización de este trabajo, y muy especialmente a Pierre Le Louet, Puerto Arriola, María de los Ángeles Bermúdez, Osarugue Igbinsosa, Edo Bakker, Vicky Piña, Gerardo Ruiz e Ignacio Sánchez, de Sema Group sae; y a Barbara Kieslinger.

# Nuevas tecnologías en la interacción persona-ordenador: un sistema basado en telefonía móvil

J. A. Cotobal\*, M<sup>a</sup> N. Moreno\*\*, M<sup>a</sup> . J. Polo \*\*

\*CIPSA. Diputación Provincial de Salamanca

\*\*Universidad de Salamanca. Departamento de Informática y Automática

E-mail: jcotobal@dipsanet.es, {mmg | mjpolo}@usal.es

**Resumen.** El gran cambio que está sufriendo la interacción persona-ordenador está motivado por los avances conseguidos en el campo de la computación y las comunicaciones y por la drástica bajada de los costes de los dispositivos electrónicos. Junto a esto, la popularización de Internet y el crecimiento de servicios a través de la misma, ha originado la aparición de nuevas tecnologías. Este trabajo se enmarca en el estudio de una de ellas, la tecnología WAP, que permite la utilización de dispositivos móviles para acceder a información, servicios y aplicaciones a través de Internet o de intranets corporativas. Para ilustrar su funcionamiento, se muestra una aplicación que permite a los alumnos de la Universidad de Salamanca obtener información sobre su expediente a través de un teléfono móvil dotado de tecnología WAP.

**Palabras clave:** WAP, WML, telefonía móvil, Internet, cliente, servidor.

## 1. Introducción

En la actualidad la interacción persona-ordenador (IPO) está sufriendo un gran cambio motivado por los avances conseguidos en el campo de la computación y las comunicaciones y por la drástica bajada de los costes de los dispositivos electrónicos.

Las investigaciones sobre IPO llevadas a cabo en los últimos años han dado lugar a teorías cognitivas, métodos de diseño y herramientas software destinados a construir sistemas útiles y fáciles de usar. La mayor parte del trabajo de las últimas décadas se ha centrado en la creación de interfaces gráficas de usuario, que permiten ejercer un control directo del usuario sobre las mismas. Dicho principio de manipulación directa se realiza actualmente mediante el uso de metáforas, basadas en la asociación de entidades físicas y virtuales. Sin embargo, la escalabilidad de este paradigma, conocido como WIMP (*Windows-Icons-Menus-Pointer*), para adaptarse a las nuevas características y usos de los ordenadores actuales está tocando techo. Los dispositivos actuales cada vez son más pequeños y ubicuos y la interacción con ellos cada vez va siendo mayor.

Por otra parte, la popularización de Internet y el crecimiento de servicios accesibles a través de la misma ha originado la aparición de una nueva generación de programas de aplicación para la interacción en la WWW. La mayor parte de los avances logrados en este terreno están relacionados con la maduración de las técnicas de programación

Web, responsables de la evolución que han sufrido las páginas Web desde las iniciales con contenido estático hasta las páginas actuales con las que se puede interactuar de forma dinámica mediante tecnologías como ASP (*Active Server Pages*) o JSP (*Java Server Pages*). Actualmente se crean sofisticadas aplicaciones, que han hecho de Internet un medio de obtención de información casi ilimitado y una vía excelente de difusión y comercialización de productos para empresas y organizaciones. La reciente introducción de la telefonía móvil como medio de acceso a Internet ha supuesto una auténtica revolución, aunque aún queda mucho camino por recorrer para conseguir la mejora y consolidación de esta nueva forma de interacción persona-ordenador. Este hecho, unido a las limitaciones de escalabilidad del paradigma WIMP ya comentadas, han dado lugar a la reorientación de la investigación principalmente hacia dos áreas:

1. **Paradigmas de interfaces de usuario “perceptuales”** [Turk y Roberston, 2000]: comprenden técnicas de interacción con el ordenador similares a las utilizadas en la interacción entre personas. Esto requiere la integración de tecnologías como generación y reconocimiento del habla y de sonidos, visión artificial, visualización y animación gráfica, comprensión del lenguaje, etc. Las interfaces perceptuales integran tres tipos de interfaces de usuario: *Perceptivas*, *multimodales* y *multimedia*.
2. **Técnicas de interacción remota**: engloba los avances tecnológicos encaminados a proporcionar acceso al ordenador mediante redes de comunicaciones:
  - Comunicaciones multimedia que soportan la transmisión de medios continuos en tiempo real.
  - Mejora en las redes de comunicaciones: incremento del ancho de banda y de la velocidad de conmutación.
  - Perfeccionamiento de los sistemas de intercambio de información.

Este trabajo se enmarca en esta última área, más concretamente en el campo de la tecnología WAP y el desarrollo de nuevos lenguajes que permitan el acceso a la información desde dispositivos móviles.

## 2. Tecnología WAP

Una vez que Internet se ha consolidado como la gran red mundial de ordenadores, el siguiente objetivo es su extensión a todo tipo de dispositivos. El primer paso está dirigido a convertir los teléfonos móviles en mini-browsers con capacidad de conexión a la Red. Un teléfono móvil, con un visor (*microbrowser*) incorporado, puede conectarse y visualizar información desde Internet. Ello requiere tanto la definición de estándares de comunicación inalámbrica (WAP) como la evolución de los teléfonos móviles (capacidad gráfica, memoria, velocidad de proceso, etc.).

**WAP** (*Wireless Application Protocol*) o Protocolo de Aplicaciones sin Hilos es un nuevo estándar de comunicaciones desarrollado para el transporte de información a través de redes inalámbricas. Esta tecnología permite la utilización de dispositivos móviles (teléfonos, PDA's, etc.) para acceder a información, servicios y aplicaciones a

través de *Internet* o de intranets corporativas, permitiendo la ejecución de aplicaciones con acceso a bases de datos, acceso a servicios multimedia, etc.

El protocolo WAP surge en 1997, con la formación del **WAP Forum** por un grupo de empresas líderes en telefonía, comunicaciones e informática (Ericsson, Nokia, Motorola, Microsoft, VISA, etc.). Aunque hubo una iniciativa anterior, los protocolos ITTP (*Intelligent Terminal Transfer Protocol*) y HDTP (*Handheld Device Transport Protocol*), definidos por Ericsson y Nokia, respectivamente, con la creación del WAP Forum se abandonan los desarrollos específicos y se crean las especificaciones 1.0 de WAP. Estas evolucionan posteriormente hacia la versión 1.1 hasta que, en el año 2000, se establece la más reciente hasta el momento, la versión 1.2.

Para que un teléfono móvil dotado con capacidad WAP pueda mostrar información el WAP Forum ha definido un *lenguaje de marcas* a partir de HTML y XML. El resultado es el **WML** o **Wireless Markup Language** que no sólo permite que un servidor ofrezca información a un teléfono móvil, sino que admite la comunicación en sentido contrario y permite implementar todas las funcionalidades conocidas en Internet como formularios o botones. Además de WML, el WAP Forum incluye otro lenguaje, **WMLScript**, que permite definir pequeñas rutinas u operaciones que se ejecutan en el cliente, y que dotan al WML de cierta “inteligencia”. Este lenguaje permite validar información e informar al usuario generando mensajes de error, en el momento de ejecutar el envío, evitando tráfico innecesario.

El teléfono móvil cliente debe ser capaz de recibir/emitir información bajo el protocolo WAP. Por otra parte, el servidor WEB recibirá peticiones y responderá a través del protocolo HTTP. Es, por tanto, necesario un elemento, el **WAP Gateway**, que adapta las comunicaciones entre los dos protocolos; codifica los contenidos WML y WMLScript recibidos por el servidor Web, transformándolos de modo texto a una especie de código compilado, muy compacto, que será enviado al teléfono móvil. Por otro lado, recibe las tarjetas WAP codificadas desde el cliente y debe decodificarlas para generar, en modo texto, la petición en “texto plano” que podrá ser entendida por el servidor Web. La ventaja más evidente de la codificación/decodificación de los contenidos WAP es una reducción drástica del número de bytes que entran y salen del móvil. Esto, unido a que una pantalla tan pequeña sólo admite contenidos de pequeño tamaño, conduce a agilizar la navegación WAP, a pesar de la baja velocidad del protocolo (un máximo de 14.400 bps).

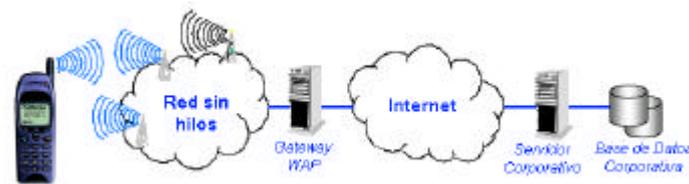


Figura 1

Una solicitud de información a través de un dispositivo WAP pone en marcha principalmente tres componentes (figura 1): el *teléfono móvil* conectado a la red inalámbrica, los *servidores Web* y *WAP* de la empresa que prestará el servicio demandado y el *WAP Gateway* como sistema intermediario para realizar la adaptación entre ambos. El funcionamiento de este esquema es el siguiente: **1)** El usuario

“cliente” selecciona el servicio WAP en su teléfono móvil, estableciendo la conexión mediante una llamada. Para que la conexión WAP tenga éxito deberá estar bajo la cobertura de la red sin hilos. **2)** A través de un *gateway WAP*, se adaptarán las peticiones WAP al protocolo Internet y viceversa, lo que creará sensación de conexión directa a Internet. **3)** Una vez localizado el sitio WAP, un *Servidor WAP Corporativo*, que detectará si la información solicitada es estática o dinámica, atenderá las peticiones. **4)** Si la petición lo requiere, un programa (seguramente un *servlet Java*) accederá a la *Base de Datos Corporativa* y recuperará en tiempo real la información requerida. **5)** El programa compondrá dinámicamente una *tarjeta WAP* (el equivalente a una página Web) con la información formateada para poder ser visualizada desde un teléfono móvil, esto es, en formato WML (*Wireless Markup Language*) bajo protocolo HTTP para, finalmente, devolverla al cliente a través de Internet. **6)** El Gateway convierte el contenido HTTP en contenido WAP y la hace llegar al usuario, quien lo visualiza en su teléfono móvil.

Muchas de las técnicas han sido creadas expresamente para este entorno, como son los propios teléfonos móviles dotados de navegador, los servidores WAP, los lenguajes WML y WMLScript, etc. Otras, en cambio, son las empleadas en el mundo Internet, lo que garantizará la evolución sin traumas hacia una *Internet móvil*.

### 3. Aplicación WAP para telefonía móvil

Para ilustrar el funcionamiento de la tecnología WAP se ha diseñado y desarrollado una pequeña aplicación ejemplo consistente en un *Servicio de Información de Expedientes Académicos* mediante el cual cualquier alumno de la Universidad podría tener acceso *on-line* a la situación de su expediente académico **en cualquier momento y desde cualquier lugar de la geografía** sin necesidad de acudir a los *Puntos de Información* (o *quioscos*) de consulta, distribuidos por toda la ciudad. Se trata de una aplicación orientada únicamente a probar una arquitectura WAP, no se persigue reproducir de forma exhaustiva un *Sistema de Gestión Académica*.

La información debe extraerse directamente del *Sistema de Información de la Universidad de Salamanca*, por lo que será necesario habilitar los mecanismos para que parte de la información de los expedientes pueda ser explotada en línea desde una aplicación informática, según el siguiente esquema (figura 2):



Figura 2

Los elementos hardware y software necesarios son, entre otros, los siguientes:

1) **Servidor de tarjetas WML.** Para ello se dispone de un servidor con sistema operativo Windows NT que funciona como servidor WAP. 2) **Entorno de desarrollo apropiado para la tecnología WAP.** Con él se desarrollan aplicaciones que accedan a datos y muestren el resultado en formato WML. Es necesario diseñar un sistema de *perfiles de usuario* para asegurar la confidencialidad de los datos. 3) **Base de Datos.** Contiene la información que se consulta desde el exterior de la Universidad a través de la aplicación desarrollada. 4) **Teléfono o dispositivo móvil** dotado de visor WAP.

La aplicación se ha desarrollado siguiendo el paradigma de la orientación a objetos, aunque el SGBD utilizado es relacional. La información que almacena la base de datos y que se ofrece al usuario consta de datos personales del *alumno* y un expediente académico por cada *titulación* cursada.

La mayoría de tarjetas WAP implementadas contienen tanto información estática como dinámica. Estas últimas son generadas en tiempo real y muestran la información que contiene la base de datos para el usuario que accede a la aplicación.

Un usuario puede acceder a la aplicación desde su teléfono móvil enlazando con el URL de los servicios WAP que presta la aplicación. Si la conexión se establece correctamente su visor mostrará la pantalla principal de la aplicación desde la que se puede acceder a información sobre el Copyright o al menú de la aplicación (figura 3).



Figura 3

Si se selecciona la opción consultar expedientes, aparecerá una pantalla que solicita un código de usuario y su contraseña. Si la combinación usuario/contraseña es correcta aparecerá una pantalla que muestra el nombre del alumno y le invita a continuar. Si no es correcta, no se permitirá el acceso (figura 4).

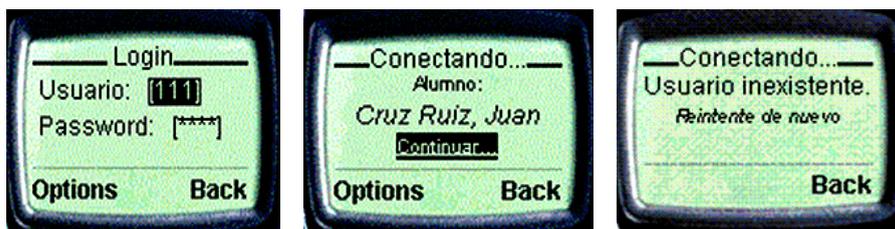


Figura 4

Si el usuario decide seguir, la pantalla de su teléfono móvil le irá mostrando diferentes menús hasta obtener las fechas y calificaciones buscadas (figura 5).



Figura 5

#### 4. Un grave inconveniente: la interfaz de usuario

Una vez establecidos todos los elementos que permitían augurar un éxito inmediato de la tecnología WAP, aparece un grave obstáculo práctico: la interfaz de usuario. Entre otros inconvenientes figuran su mínima capacidad gráfica, sus reducidísimas dimensiones y su lentitud y dificultad de manejo. Dichas limitaciones frustran las expectativas de sus usuarios, cuyo perfil es el de jóvenes muy en contacto con las nuevas tecnologías y con Internet, que exigen prestaciones tales como velocidad y capacidad gráfica y que desean una información presentada de forma intuitiva.

Mientras que en un ordenador conectado a Internet la navegación es posible con multitud de teclas y dispositivos de entrada y salida, en un terminal WAP se limita a tres movimientos básicos: Teclas “Arriba y Abajo” para recorrer los menús, tecla “Seleccionar”, para escoger una opción y tecla “Atrás” para retroceder al menú previamente visualizado. Algunos dispositivos comienzan a admitir mecanismos más intuitivos para la navegación, como el botón “navy roller” de Nokia o algunas interfaces experimentales dotadas de reconocimiento de voz.

Sin embargo, pese a estos esfuerzos, la tecnología WAP no soporta la comparación con el mundo Internet donde se dispone de portales con gran cantidad de apartados y divisiones. Las características de la interfaz están condicionando los servicios que, de forma realista, pueden ofrecerse en la actualidad, que se reducen a la consulta de información muy limitada (valores bursátiles, saldos de cuentas bancarias...) o a servicios muy concretos, como compra electrónica. Aplicaciones más avanzadas como comunidades virtuales, juegos o servicios basados en multimedia están aún lejos de popularizarse.

Los nuevos dispositivos, apoyados en estándares más potentes que los actuales WAP o GPRS, lograrán introducir elementos hoy imprescindibles para el usuario, como son las imágenes a todo color, los sonidos y, en definitiva, la información presentada de forma algo más atractiva.

## 5. Conclusiones

Se ha presentado una aplicación apoyada en tecnología WAP que demuestra, de forma práctica, que es posible ofrecer información a través de dispositivos móviles. En la actualidad estos servicios tienen limitaciones importantes, pero el desarrollo tecnológico irá progresando para ofrecer mejores funcionalidades. Entre tales avances podemos citar el GPRS (*General Packet Radio System*), sucesor de WAP, que consigue que el teléfono esté permanentemente bajo la cobertura de la red sin hilos, facturándose por información transmitida, no por tiempo de conexión. La **3G** (tercera generación de telefonía móvil), cuyos estándares ya están definiéndose, alcanzará los 2 Mbps., y ya se habla del *WATM* (*Wireless ATM*, o ATM inalámbrico), con lo que las velocidades y servicios se amplían enormemente. Por otra parte, los primeros prototipos de dispositivos dotados con videoconferencia o con capacidad de reproducir música en formato MP3, ya se han presentado en las principales ferias internacionales. Estos avances permitirán franquear la barrera del uso meramente profesional para popularizarse a los millones de personas que, aunque con cierto retraso, se prevé sean usuarios de las tecnologías móviles.

## 6. Bibliografía<sup>1</sup>

- Cuenca Jiménez, P. M. "Programación en JAVA para Internet". Anaya Multimedia, 1996
- Goodwill, J. "Developing Java Servlets. The Authoritative Solution". SAMS, 1999
- Jansa K. y Suleiman, L. "Programación para el WEB". Mc Graw-Hill, 1998
- Nokia Corporation. "WML Reference. Manual de referencia del WML v. 1.1", "WMLScript Reference.", 1999. [http://www.forum.nokia.com/wap\\_developer](http://www.forum.nokia.com/wap_developer)
- Sun Microsystems. "Java Platform 1.2 API Specification". Sun Microsystems, 1993-1998. <http://java.sun.com>
- Turk, M. y Roberston, G. "Perceptual Users Interfaces", Communications of the ACM, 43(3), 2000.
- WAP Forum, "Wireless Application Protocol Architecture Specification"\*
- WAP Forum, "Wireless Application Environment Overview"\*
- WAP Forum, "Wireless Application Environment Specification" \*
- WAP Forum, "Wireless Markup Language Specification"\*
- WAP Forum, "Binary XML Content Format Specification"\*
- WAP Forum, "WMLScript Language Specification"\*
- \*<http://www.wapforum.org/what/technical.htm>

---

<sup>1</sup> Debido a la novedad de la tecnología WAP, muchos de los documentos y referencias de interés no han sido editados, sino que se encuentran en Internet, en las direcciones indicadas.



# Un sistema de presentación dinámica hipermedia para representaciones personalizadas del conocimiento

P. Castells, J. A. Macías

E.T.S. de Informática  
Universidad Autónoma de Madrid  
Campus de Cantoblanco, 28049 Madrid, Spain  
+34-91-3482284, +34-91-3482241  
{pablo.castells, jose.a.macias}@ii.uam.es

**Resumen.** Proponemos un sistema genérico de presentación para sistemas hipermedia de enseñanza adaptativa altamente independiente de la representación del conocimiento del dominio y del mantenimiento del estado de la aplicación. La generalidad se consigue proporcionando un marco de aplicación para la definición de ontologías que mejor se ajustan a un dominio o un autor concreto. La presentación de las páginas a generar se describe en términos de clases y relaciones de la ontología. Un modelo explícito de la presentación, separado de los contenidos del curso, se utiliza para permitir a los diseñadores un extenso control sobre la generación de todos los aspectos de la presentación, con un coste de desarrollo moderado.

**Palabras clave.** Hipermedia adaptativo, representación del conocimiento, modelado de usuario, herramientas de diseño de interfaces, enseñanza en la web.

## 1 Introducción

El rápido desarrollo de los sistemas de formación a través de la web está proporcionando a los estudiantes una autonomía cada vez mayor, al tiempo que las aplicaciones educativas llegan a un público cada vez más amplio y heterogéneo. Este panorama suscita un renovado interés por el desarrollo de sistemas hipermedia con capacidad de adaptación automática a distintos tipos de usuario, plataforma y situación, que tenga en cuenta igualmente la evolución de cada usuario a lo largo del tiempo [2]. Una preocupación prioritaria presente explícita o implícitamente en todo el trabajo de investigación llevado a cabo en el campo de la enseñanza adaptativa es la de encontrar una representación apropiada del conocimiento pedagógico [8]. Cada herramienta de construcción de sistemas tutores establece su propia forma de estructurar el dominio, de manera que el diseñador describe la materia en los términos que establece la herramienta, y ésta se hace cargo de la selección, presentación y secuenciación dinámica del material didáctico, así como la interacción con el usuario. En las herramientas existentes las páginas se generan según tipos de presentación prefijados que el diseñador no puede configurar (ver [1, 3], por ejemplo), o bien se requiere de éste una descripción de todas las páginas a generar una por una (como en [5]).

El propósito de nuestro trabajo es la creación de un sistema genérico de presentación hipermedia que proporcione a los autores de cursos un paradigma de especificación sencillo para definir elementos no triviales de presentación adaptativa, independientemente de los contenidos [6, 7]. La herramienta que hemos desarrollado, PEGASUS (Presentation modeling Environment for Generic Adaptive hypermedia Support Systems), hace mínimas suposiciones sobre cómo se representa el conocimiento educativo, con el objetivo de poder ser utilizada con diferentes formas de representación del dominio, y por lo tanto con diferentes sistemas de construcción y gestión de cursos. Para admitir distintos enfoques, PEGASUS soporta la definición de ontologías del dominio a la medida, para la descripción y estructuración conceptual de la materia (como en [8]). Una vez que se ha definido una ontología, el diseñador construye cursos creando objetos del dominio y relacionándolos entre sí utilizando el vocabulario conceptual definido por la ontología. La composición de las páginas a generar se define mediante un modelo explícito de la presentación donde se asocian presentaciones a clases y relaciones de la ontología. La utilización de un modelo abstracto de la presentación, separado de los contenidos, permite configurar la presentación adaptativa de contenidos independientemente de la elaboración de los mismos.

## 2 Antecedentes

La representación y utilización explícita de conocimiento semántico sobre un dominio para facilitar o guiar el acceso a la información ha sido una preocupación primordial en el campo de los sistemas hipermedia desde sus inicios [11]. En la literatura sobre sistemas hipermedia adaptativos se encuentran diversas formas de representar el conocimiento. La mayoría se basan en un nivel de contenidos, discretizado basándose en algún tipo de unidad elemental, y un nivel de estructura semántica, que se utiliza como mapa de carreteras para guiar la navegación. Sin embargo, existe una gran variabilidad tanto en la forma de estructurar los contenidos, como en la organización de la red conceptual, y la conexión entre ambos planos.

Por citar algunos ejemplos, Interbook [1] estructura los cursos en unidades temáticas: *capítulos, secciones, subsecciones y páginas terminales*, acompañadas por un conjunto de *conceptos* interrelacionados mediante dos tipos de relación: *prerequisito* y *producto (outcome)*. La relativa sencillez de este modelo de dos relaciones contrasta con la riqueza léxica de HyperTutor [9] donde el mapa conceptual incorpora una amplia variedad de relaciones extraídas de la literatura sobre teoría educativa: *prerequisito, secuencia, agregación, similitud, oposición, ejemplo, caso particular, y excepción*. AHA [5] permite una composición de páginas más flexible, a partir de *fragmentos HTML* de inclusión condicional. Los conceptos tienen tres atributos booleanos para indicar el estado del conocimiento del alumno respecto de cada concepto: *conocido, leído, y listo para ser leído*. Las relaciones entre conceptos tienen un parámetro que representa un estado (booleano) o una medida cuantitativa.

DCG [12] y TANGOW [3] se distinguen por generar la estructura del curso, o partes de ella, en tiempo de ejecución. En DCG se define un primer nivel de

conceptos interconectados, bajo el cual, para cada concepto, se construye un árbol de *tareas y subtareas* de aprendizaje con la secuencia de documentos y acciones a seguir por el alumno para aprender el concepto. La descomposición de tareas y la asociación de fragmentos a tareas atómicas se determinan dinámicamente en tiempo de ejecución por medio de *reglas*. TANGOW, a diferencia de DCG, permite también asociar contenidos a las tareas compuestas. En otros sistemas la generación de relaciones semánticas es aún más dinámica y se realiza por mecanismos de búsqueda automática basada en metadatos asociados a las unidades de información [13]. Esta filosofía es útil cuando el espacio de conocimiento es excesivamente amplio y/o volátil para definir y mantener explícitamente las relaciones necesarias.

Fuera del ámbito hipermedia, Eon [8] adopta un punto de vista más general que los sistemas anteriores, permitiendo que el autor defina sus propias categorías de conocimiento (*tópicos*), y las relaciones entre ellas que considere oportunas. A cada tópico se asignan conjuntos de unidades de contenidos mediante distintas relaciones definidas por el diseñador, tales como *introducción, explicación, evaluación, nivel básico, nivel avanzado, resumen*, etc. La selección efectiva de contenidos se hace en tiempo de ejecución aplicando estrategias pedagógicas predefinidas de selección y ordenación (p.e. escoger un elemento al azar, o presentar todos en secuencia). Eon proporciona además una herramienta gráfica donde el diseñador construye interfaces de usuario parametrizadas, a las que asocia unidades de contenido, de tal forma que los *widgets* de la interfaz (botones, tablas, grafos, cuadros de diálogo, etc.) toman valores de la unidad de conocimiento presentada.

### 3 Representación del conocimiento

Las diferentes formas de representar el conocimiento descritas en la sección anterior dan como resultado un modelo del dominio que las herramientas utilizan como estructura de referencia para mantener un modelo actualizado del conocimiento y objetivos del alumno en relación con la materia descrita (modelo *overlay*). Esta información se utiliza en tiempo de ejecución para adaptar al usuario la selección y presentación de contenidos y enlaces. Si bien los sistemas citados incluyen distintas formas de control para el autor sobre las estrategias docentes y de actualización del mapa conceptual, la generación de páginas, con la excepción de Eon [8], tiene lugar siguiendo patrones fijos de presentación programados en la herramienta.

Nuestro sistema permite la generación automática de documentos hipermedia del tipo que soportan los sistemas adaptativos descritos, con pleno control para el autor sobre los aspectos visuales (presentación) de los documentos generados, y sin imponer una representación particular del conocimiento. Para ello, igual que Eon, PEGASUS permite la definición de taxonomías a la medida del dominio y del autor. La terminología así definida se utiliza por un lado para la descripción de la materia por parte del autor, y por otro para la construcción de modelos de presentación asociados a las diferentes categorías del conocimiento.

### 3.1 Ontología

La ontología del dominio en PEGASUS consiste en un conjunto de clases que mejor se adecuan a un campo de aplicación determinado, o que reflejan la visión particular de un autor sobre el dominio. En nuestro enfoque, las ontologías se pueden definir con un alto grado de libertad, con clases muy genéricas, como Concepto, Lección, o Hecho, o más específicas, como Algoritmo, Teorema, o Definición, según el diseñador lo considere más adecuado. Las ontologías incluyen elementos para representar información sobre la materia (p.e. un teorema tiene un enunciado y una demostración), información pedagógica (p.e. las lecciones tienen niveles de dificultad), e información sobre el estado del usuario y del entorno en tiempo ejecución (p.e. un concepto es conocido o no por el estudiante). Todo este conocimiento se recoge mediante la definición de atributos para las clases, y relaciones entre clases.

PEGASUS proporciona una clase raíz, *DomainObject*, y dos subclases predefinidas, *Topic* y *Fragment*, para ser subclasificadas por los diseñadores. Los tópicos se presentan al usuario final en una página separada, mientras que varios fragmentos pueden ser insertados en la misma página. Una clase predefinida de *Fragment*, *AtomicFragment*, almacena contenido multimedia (código HTML). *DomainObject* tiene algunos atributos predefinidos como *name* y *title*, a los que el diseñador puede añadir otros, como *read*, *known* o *visible*, y nuevas relaciones, como *prerequisite* y *subunit*. Entre otros formatos, PEGASUS permite la representación de las clases de la ontología y las instancias del dominio en XML. El siguiente ejemplo ilustra la definición de una clase Algoritmo con tres relaciones: procedimiento, ejemplos y prueba de corrección. Por brevedad, omitimos aquí otras relaciones que normalmente se incluirían, tales como definiciones previas, motivación, problema a resolver, análisis de complejidad, o aplicaciones.

```
<Class name="Algorithm" parent="Topic">
  <Attribute name="recursive" type="Boolean"/>
  <Relation name="procedure" type="AtomicFragment"
    multivalued="false" title="Procedure"/>
  <Relation name="examples" type="AtomicFragment"
    multivalued="true" title="Examples"/>
  <Relation name="correction" type="Theorem"
    multivalued="true" title="Proof of Correction">
    <Attribute name="relevant" type="Boolean"/>
    <Attribute name="difficulty" type="Number"/>
  </Relation>
</Class>
```

Las relaciones pueden tener atributos propios como, en el ejemplo anterior, la dificultad de la prueba de corrección, que expresan propiedades de la relación en sí. Todas las relaciones tienen un atributo predefinido *title* que se utiliza en algunos casos para generar títulos o texto para enlaces hipermedia.

Además de la ontología del dominio, el diseñador puede definir estructuras de datos más sencillas para describir perfiles de usuario, datos sobre el curso (plan, objetivos, requisitos, duración, nº de alumnos, etc.), características de la plataforma, y otros aspectos considerados relevantes para la adaptatividad del sistema en desarrollo.

### 3.2 Modelo del dominio

Una vez definida una ontología, los cursos se construyen mediante la creación de redes semánticas de objetos del dominio, utilizando las clases y relaciones definidas en la ontología. El siguiente ejemplo ilustra la creación de una instancia de Algoritmo para representar el algoritmo de Dijkstra para el problema de los caminos de coste mínimo (suponemos que el atributo *title* y la relación *prerequisite* están predefinidos en la clase raíz *DomainObject*).

```
<Algorithm name="Dijkstra" title="Dijkstra's Algorithm"
  recursive="false">
  <prerequisites>
    <Algorithm ref="relaxation"/> (1)
  </prerequisites>
  <procedure>
    <AtomicFragment> <tt>Dijkstra(G,s)<br>&nbsp;&nbsp;&nbsp;Init(G,s) (2)
    <br>&nbsp;&nbsp;&nbsp;Q = V[G]<br>&nbsp;&nbsp;&nbsp;while Q not empty do<br>
    &nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;u = ExtractMin(Q)<br>&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;for v in
    Adj[u] Relax(G,u,v)</tt> </AtomicFragment>
  </procedure>
  <examples> <AtomicFragment URL="exmpl.html"/> </examples> (3)
  <correction relevant="true" difficulty="0.6">
    <Theorem ref="theorem1"/>
  </correction>
</Algorithm>
```

Los elementos con el atributo *ref* indican referencias a otras unidades del curso (por ejemplo, la línea 1 se refiere a un algoritmo con *name*="relaxation"). Los fragmentos atómicos pueden consistir directamente en un string, como el procedimiento del algoritmo de Dijkstra (línea 2), o una dirección web, como en la línea 3.

En tiempo de ejecución PEGASUS mantiene para cada usuario una copia de todos los objetos del dominio, donde los atributos de las clases (p.e. *read*) se utilizan para medir el progreso del usuario. Estos valores se pueden utilizar para condicionar la presentación (ver Sección 4), pero su actualización requiere un módulo de actualización complementario (ver arquitectura, Sección 5).

El modelo del dominio en PEGASUS soporta además la definición de elementos adaptativos en el propio modelo mediante la introducción de condiciones sobre cualquier parte de la estructura. Por ejemplo, para seleccionar distintos ejemplos según el nivel del alumno, la línea 3 se cambiaría por:

```
<examples>
  <test condition="user.expertise < 0.5">
    <AtomicFragment URL="example1.html"/> </test>
  <test condition="user.expertise >= 0.5">
    <AtomicFragment URL="example2.html"/> </test>
</examples>
```

De este modo es posible construir estructuras dinámicas como las jerarquías de tareas de Tangow [3] ó DCG [12], que toman su forma definitiva en tiempo de ejecución en función del modelo del usuario. Al margen de estas formas adaptativas, PEGASUS admite, aunque no incluye por sí mismo, cualquier otro mecanismo de construcción y modificación dinámica de la estructura del curso. El sistema se ocupa

de cómo esto puede afectar a la presentación, pero cómo se actualizan la estructura y el estado del curso es externo al sistema de presentación.

## 4 Modelo de la presentación

Los sistemas hipermedia adaptativos existentes carecen de un modelo explícito de la presentación. Como consecuencia, la presentación está en parte entremezclada con los contenidos [5], y en parte es construida automáticamente por el sistema de acuerdo con decisiones de diseño rígidas que el diseñador no puede configurar [1, 3]. En PEGASUS, la separación entre contenidos y presentación se consigue mediante la definición de una *plantilla de presentación* para cada clase de la ontología. Las plantillas determinan qué partes (atributos y relaciones) de un objeto del dominio deben ser incluidas en su presentación y en qué orden, su apariencia visual, y la disposición espacial. Las plantillas se complementan con *reglas de presentación*, que se ocupan de generar elementos de presentación adaptativa que involucran relaciones entre objetos del dominio, a partir de descripciones de alto nivel muy concisas dadas en las plantillas. Así como en Eon [8] las interfaces de usuario del tutor se asocian con contenidos concretos, en PEGASUS se definen presentaciones para *categorías* de conocimiento.

### 4.1 Plantillas

Las plantillas se definen mediante una extensión de HTML basada en JavaServer Pages™ (JSP) [10], que permite intercalar sentencias de control (entre `<% y %>`) y expresiones Java (entre `<%= y %>`) en el código HTML. En estas plantillas el diseñador puede hacer uso de todos los elementos de presentación del lenguaje HTML (listas, tablas, frames, enlaces, formularios, etc.), insertando en el mismo, mediante expresiones Java muy sencillas, los elementos del dominio a presentar. Por ejemplo, una plantilla sencilla para la clase Algoritmo podría ser la siguiente:

```

<h2> <%= title %> </h2>
<h3> Previous concepts </h3>
<%= prerequisites %>
<h3> Procedure </h3>
<%= procedure %>
<h3> Examples </h3> (4)
<%= examples %> (5)
<h3> Proof of Correction </h3> (6)
<%= correction %> (7)

```

En estas plantillas el autor de la presentación sólo tiene que referenciar atributos y relaciones de la clase presentada (en el ejemplo, en negrita). El sistema de presentación se ocupa internamente de aspectos como el manejo automático de listas (relaciones multivaluadas, p.e. los ejemplos del algoritmo), o la aplicación recursiva de plantillas a los objetos referenciados según su clase (p.e. los teoremas de corrección del algoritmo). La página resultante para el algoritmo de Dijkstra con esta plantilla de presentación se puede ver en la Figura 1. Los elementos HTML que

rodean a la presentación del algoritmo (estructura de frames con un índice contextual a la izquierda y botones *Previous / Next* al pie) corresponden a la plantilla para la clase raíz *DomainObject*.

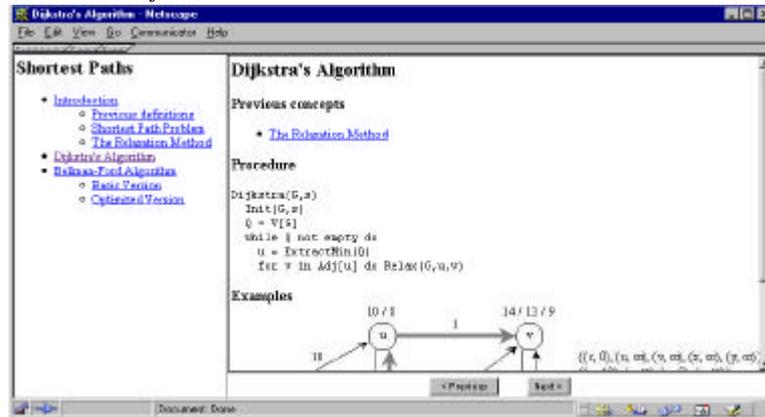


Fig. 1. Página web generada para un tópico de tipo Algoritmo

El lenguaje de definición de plantillas permite introducir elementos adaptativos mediante el uso de condicionales. Así, en las líneas 4 a 7 del ejemplo anterior se podría condicionar la información presentada al nivel de experiencia del alumno, incluyendo todos los ejemplos disponibles cuando el alumno es principiante, y un sólo ejemplo, para alumnos más avanzados, mostrando la prueba de corrección sólo si es relevante y su dificultad no es excesiva para el alumno:

```
<% if (user.expertise < 0.5) { %> <%= examples %> <% } %>
<% else { %> <%= examples.upto(1) %> <% } %>
<% if (proof.relevant && proof.difficulty < user.expertise) { <h3>
Proof of Correction </h3> <%= correction %> <% } %>
```

El lenguaje de las expresiones incluye así mismo facilidades para, por ejemplo, recortar, filtrar u ordenar listas de acuerdo con una función de comparación arbitraria, generar árboles y listas encadenadas recorriendo una relación, o forzar la generación de enlaces. El uso básico del lenguaje de las plantillas permite especificar un amplio conjunto de presentaciones no triviales mediante una sintaxis muy sencilla. Sin embargo el diseñador puede complicar el lenguaje tanto como quiera escribiendo código Java arbitrario dentro de las propias plantillas.

## 4.2 Reglas

Las reglas de presentación gobiernan aspectos como la generación de enlaces, la correspondencia entre estilos de enlace y estados de objetos del dominio, la ordenación y disposición espacial de listas (de enlaces o fragmentos), y la generación de presentaciones predefinidas para subconjuntos de la red semántica como árboles y listas encadenadas. Cuando, como en el apartado anterior, el diseñador hace referencia a una relación como *prerequisite* en la plantilla de la clase Algoritmo, las reglas se ocupan automáticamente de decidir si se insertan los detalles de cada prerequisite en la página generada, o si se genera un enlace para cada uno, qué estilo y anotación se utiliza en este caso, y cómo todas las piezas se colocan espacialmente. En este proceso, se analiza si la relación es simple o múltiple, la clase de los tópicos o

fragmentos involucrados, su estado, y otras codiciones, en su caso, establecidas por el diseñador. El diseñador puede modificar las reglas existentes o definir las suyas propias.

Las reglas consisten en una lista de cero o más condiciones, seguidas por la presentación a aplicar cuando éstas se cumplen, descrita con la misma sintaxis de las plantillas. Por ejemplo, la siguiente regla establece un determinado color para los enlaces a objetos (unidades de conocimiento) que ya han sido leídos y cuyos prerequisites son todos conocidos por el usuario.

```
<Rule class="DomainObject">
  <test condition="asLink && read"/>
  <test-every var="item" list="prerequisites"
    condition="item.known"/>
  <presentation>
    <font color="#006600"> <%= this %> </font>
  </presentation>
</Rule>
```

(8)

Para que las listas de enlaces se muestren mediante una lista HTML de tipo `<ul>` se puede definir una regla como la siguiente.

```
<Rule class="List[DomainObject]">
  <test-every var="item" list="this" condition="item.asLink"/>
  <presentation>
    <ul> <iterate var="item" list="this">
      <li> <%= item %> </li>
    </iterate> </ul>
  </presentation>
</Rule>
```

(9)

Si bien escribir reglas es una tarea delicada que requiere una familiaridad con el sistema, cualquier autor con conocimientos básicos de HTML podría retocar una regla como la anterior para utilizar, por ejemplo, tablas en lugar de listas HTML.

Cuando el sistema de presentación recibe la instrucción de presentar un objeto, antes de aplicar la plantilla correspondiente PEGASUS intenta aplicar todas las reglas existentes. Cuando en la parte derecha de una regla aparecen referencias a objetos (como parte de una relación, o explícitamente como en las expresiones `<%= this %>` y `<%= item %>` de las líneas 8 y 9), éstos son procesados a su vez, aplicando nuevamente las reglas. Cuando ya no es posible aplicar más reglas, se aplica la plantilla que corresponde al objeto según su clase (en este sentido, las plantillas se pueden ver como reglas de mínima prioridad cuya condición es *true*). El procedimiento se repite recursivamente con los objetos que a su vez aparezcan al procesar la plantilla.

## 5 Arquitectura

En tiempo de ejecución, el estudiante interactúa con la aplicación desde un navegador web. La interacción con una aplicación construida con PEGASUS se traduce en un recorrido por la red de objetos del dominio. Cada vez que el usuario se desplaza a un objeto, PEGASUS responde generando una página HTML. Para ello, el sistema 1) resuelve la petición del usuario determinando el objeto al que se debe ir, 2) localiza la instancia en el modelo del dominio, 3) actualiza el modelo del dominio y del usuario, 4) genera la presentación HTML aplicando las reglas pertinentes y la plantilla

correspondiente a su clase. En las páginas generadas, los enlaces no corresponden a otras páginas, sino que designan, de forma explícita o descriptiva, objetos del dominio.

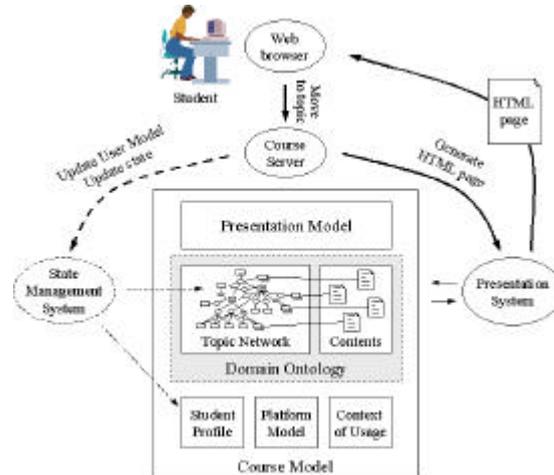


Fig. 2. Modelo del curso y arquitectura del sistema

En general nuestro sistema de presentación no funciona sólo, ya que los pasos 1 y 3 descritos anteriormente son externos a PEGASUS. Una vez que se ha definido una ontología para la materia, se necesita un módulo que construya y/o actualice las redes de tópicos en tiempo de ejecución (paso 3), como se muestra en la Figura 2, aplicando estrategias pedagógicas como las que utilizan las herramientas descritas en la Sección 2. Opcionalmente se puede incluir un sistema de planificación como en DCG [12], para determinar el camino a seguir en respuesta a las peticiones del usuario (paso 1).

## 6 Conclusiones

El sistema de representación del conocimiento propuesto permite reproducir los modelos del dominio utilizados en una amplia gama de sistemas hipermedia. La generación dinámica de la presentación independientemente de la actualización del estado de la aplicación hace que PEGASUS sea compatible con herramientas de soporte para cursos adaptativos como las descritas en la sección de antecedentes, pudiendo ser utilizado como un módulo complementario de estas herramientas. Nuestro enfoque permite la especificación de la presentación separadamente de la construcción de contenidos, favoreciendo la reutilización y consistencia de la presentación, reduciendo por tanto el coste de desarrollo.

Si bien la construcción de plantillas está al alcance de cualquier diseñador de páginas web familiarizado con las tecnologías HTML y JSP, la definición de ontologías es una tarea delicada que requiere la participación de un diseñador avanzado, entrenado en el uso de la herramienta. Una vez definida la ontología y los modelos de presentación asociados, la construcción del modelo del dominio es asequible para el autor medio. La introducción de modificaciones sobre las plantillas

y reglas de presentación puede ser un paso fácil para este tipo de autor hacia un nivel de uso más avanzado.

Actualmente existe una implementación completa de PEGASUS sobre Java™ (JDK 1.3), con XML/DOM y JavaServer Pages™ [10]. Estamos completando así mismo el desarrollo de herramientas de autor interactivas para facilitar la construcción de las ontologías y las redes de objetos del dominio. Nuestros planes para el futuro inmediato incluyen el desarrollo de herramientas de autor que permitan diseñar el modelo de la presentación mediante ejemplos, editando las páginas HTML generadas a partir de un modelo inicial, como en [4]. La creación de este tipo de herramientas no es posible sin un modelo declarativo explícito de la presentación.

El trabajo presentado en este artículo está parcialmente financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), proyecto nº TEL1999-0181.

## Referencias

1. Brusilovsky, P., Eklund, J., Schwarz, E.: Web-based Education for all: a Tool for the Development of Adaptive Courseware. *Computer Networks and ISDN Systems*, 30, 1-7, 1998.
2. Brusilovsky, P.: Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. En: Brusilovsky, P., Kobsa, A., Vassileva, J. (eds.): *Adaptive Hypertext and Hypermedia*. Kluwer Academic Publishers, 1998, 1-43.
3. Carro, R. M., Pulido, E., Rodríguez, P.: Dynamic generation of adaptive Internet-based courses. *Journal of Network and Computer Applications* 22, 1999, 249-257.
4. Castells, P., Szekely, P.: Presentation Models by Example. En: Duke, D.J., Puerta A. (eds.): *Design, Specification and Verification of Interactive Systems '99*. Springer-Verlag, 1999, pp. 100-116.
5. De Bra, P., Calvi, L.: AHA! An open Adaptive Hypermedia Architecture. *The New Review of Hypermedia and Multimedia*, 4. Taylor Graham Publishers, 1998, 115-139.
6. Macías, J. A., Castells, P.: A Generic Presentation Modeling System for Adaptive Web-based Instructional Applications. Por aparecer en actas ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'2001), Extended Abstracts. Seattle, Washington, 2001.
7. Macías, J. A., Castells, P.: Adaptive Hypermedia Presentation Modeling for Domain Ontologies. Por aparecer en actas 10<sup>th</sup> International Conference on Human-Computer Interaction (HCII '2001). New Orleans, Louisiana, 2001.
8. Murray, T.: Authoring Knowledge Based Tutors: Tools for Content, Instructional Strategy, Student Model, and Interface Design. *Journal of the Learning Sciences* 7, 1, 1998, 5-64.
9. Pérez, T. A., Gutiérrez, J., Lopistéguy, P.: An Adaptive Hypermedia System. *Actas Artificial Intelligence in Education (AIED'95)*. AACE, Charlottesville, 1995.
10. Sun Microsystems, Inc.: JavaServer Pages™ Technology. <http://java.sun.com/products/jsp>.
11. Trigg, R. H., Weiser, M.: Textnet: A Network-based Approach to Text Handling. *ACM Transactions on Office Information Systems (TOIS)* 4, 1, January 1986, 1-23.
12. Vassileva, J.: Dynamic Course Generation on the WWW. *Actas 8<sup>th</sup> World Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED'97)*. Kobe, Japón, 1997, 498-505.
13. Wilkinson, R., Smeaton, A. F.: Automatic Link Generation. *ACM Computing Surveys*, 31, 4es, December 1999.

# Modelado de bases de conocimiento hipermedia mediante técnicas de información convergente

S. García<sup>1</sup>, E. del Moral<sup>2</sup>, M. González<sup>1</sup>, J. M. Cueva<sup>1</sup>

Área de Interacción y Comunicación Humana. Laboratorio de Tecnologías Orientadas a Objetos. Universidad de Oviedo – [www.ootlab.uniovi.es](http://www.ootlab.uniovi.es)

<sup>1</sup> Departamento de Informática, Universidad de Oviedo. C/Calvo Sotelo s/n 33007 Oviedo, Asturias

[martin@lsi.uniovi.es](mailto:martin@lsi.uniovi.es); [lcastrum@hotmail.com](mailto:lcastrum@hotmail.com); [cueva@lsi.uniovi.es](mailto:cueva@lsi.uniovi.es)

Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad de Oviedo. C/ Aniceto Sela s/n 33005 Oviedo, Asturias

[emoral@pinon.ccu.uniovi.es](mailto:emoral@pinon.ccu.uniovi.es)

**Resumen:** *Tirsus III* desarrolla una estructura de información convergente que permite el aprendizaje mediante una navegación secuencial, situando la narración en su contexto histórico. A la vez deja al usuario la posibilidad de acceder a la información de una manera más intuitiva y dinámica, así como de una forma global. En definitiva, muestra al usuario las diferentes dimensiones y puntos de vista que ofrecen los hechos históricos.

**Palabras claves:** OOHD, información convergente, navegación multidimensional.

## 1. Introducción al programa *TIRSUS*

El programa de investigación tiene como objetivo el análisis, evolución y desarrollo multimedia empleando como base de conocimiento la Historia. Este programa de investigación recibe el nombre genérico de *Tirsus*. Todos los *Tirsus* desarrollan herramientas de aprendizaje que tienen como punto común la estructura de navegación multidimensional que generan, y que toman como base de conocimiento la Historia de Asturias. *Tirsus III* toma como base el Reino de Asturias que existió desde el año 722 d.C. hasta el año 910 d.C.

Se estudia una época antigua en la que los datos son limitados y en muchas ocasiones requieren interpretación. En otros casos las fuentes de las que se dispone difieren de la interpretación general que se hace de ciertos hechos, con lo que habrá que mostrar la explicación más extendida o, en cualquier caso, escoger un hilo conductor de nuestra historia, sin olvidar los otros puntos de vista. Por lo tanto será bueno que la aplicación muestre el *porqué* de la información mostrada.

Para describir el nacimiento y formación del Reino de Asturias, y debido a lo diferente del actual que era ese tiempo, se ha construido una estructura convergente de hechos, pueblos y realidades que lleve al usuario al punto y contexto históricos y a las circunstancias que provocaron la formación del Reino de Asturias, que hicieron que los pobladores del territorio de la actual Asturias formaran una civilización.

Para ello utilizamos la metodología OOHDM [1,2] que tiene gran potencia y flexibilidad para adaptarse a las distintas estructuras conceptuales y problemas que pueda plantear la navegación multimedia. Esta metodología permite diseñar para una sola base de conocimiento varias formas de navegación.

En una primera fase de OOHDM se realiza el diseño conceptual a partir de la base de conocimiento. En la segunda fase ya se puede establecer las distintas vistas de la información en función de los distintos usuarios. Cada vista genera un esquema de clases navegacionales donde se describen los diferentes nodos y los enlaces que permiten acceder a ellos. Sobre este esquema se pueden definir diferentes contextos de navegación, que definen la manera en que los usuarios acceden a la información.

La división en fases, además de facilitar el diseño de una estructura compleja, permite reutilizar esquemas para otros proyectos.

Se ha diseñado una estructura que nos permite una navegación secuencial, convergente hacia el momento histórico, pero que respetará las relaciones lógicas y nos permitirá una navegación más libre. El aprendizaje mediante información convergente también genera un espacio de navegación multidimensional donde el usuario es capaz de analizar los acontecimientos desde varios puntos de vista, desde las diferentes líneas de convergencia; así como tener un visión más global de los hechos.

## **2. Información convergente**

Cuando estudiamos un acontecimiento histórico, podemos observar que está producido por otra serie de acontecimientos históricos que coinciden en ese espacio temporal y geográfico. Se puede rastrear esos hechos en el pasado anterior al acontecimiento a describir, buscando sus posibles causas.

Con ello podemos encontrar varias sucesiones de acontecimientos que, en apariencia, convergen literalmente en un instante de historia (ver figura 1); líneas que tienen puntos de partida que no tenían ninguna relación entre sí, pero que después de un tiempo aportaron su parte para generar un importante hecho histórico. Esta convergencia puede parecer lo que se llama destino, pero que no es más que el orden dentro del caos de la interacción de millones de variables.

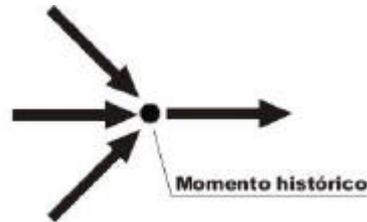


Figura 1

Este recorrido desde los hechos previos al momento objeto de aprendizaje facilita el mismo, ya que sitúa al usuario en la época en que se produjo.

La información convergente que estamos desarrollando como técnica de aprendizaje nos ofrece diferentes puntos de vista dependiendo del camino que sigamos para converger hacia el momento histórico que queremos conocer.

Al mismo tiempo, esta técnica de estudio, al dar al usuario una visión de los hechos acaecidos previamente al momento que desea observar, lo sitúa en las costumbres y circunstancias de la época. Esto le permite analizar de una manera real los acontecimientos.

### 3. Aplicación de la información convergente

Nuestro caso objeto de estudio se centra en el surgimiento del Reino de Asturias (722 — 910) en lo que ahora es la parte oriental de Asturias. Ese hecho concreto estuvo generado por personas, tanto anónimas como aquellas que quedaron reflejadas en los anales de la Historia. Esas personas vivían en grupos vinculados por su parentesco o por el territorio en el que vivían, grupos con los que se les identifica.

Cada grupo tiene una serie de características que lo describen, Estas características que cambian y evolucionan, son las que definiremos en un nivel más bajo de nuestra estructura convergente. Estas características se corresponden con las estructuras que forman la macro-estructura de un grupo. Y son las siguientes:

- **Estructura social.** Engloba los conceptos relacionados con la vida en conjunto de la población del grupo; las costumbres que tenían, el modo en que vivían, las diferencias entre personas dentro del grupo si las había, la propia convivencia entre ellos, etc. Es evidente que todos estos conceptos cambian y hacen cambiar toda esta estructura.
- **Estructura económica.** Aquí encuentran cabida todas las ideas correspondientes a las relaciones comerciales con otros grupos o entre los mismos miembros del grupo. También el desarrollo de la industria metalúrgica, qué cultivaban y cómo lo hacían, si usaban moneda o trueque, forman parte de esta estructura.
- **Estructura política.** Representa a esa estructura que puede surgir dentro de un grupo que lo gobierna sin la participación de nadie que

no esté dentro de ésta. Aquí se agrupan conceptos como el gobierno, el ejército y las batallas internas por el poder.

- **Estructura religiosa o de creencias.** Agrupa las creencias del grupo, y en el caso de seguir una religión, las instituciones que esta tenga.
- **Estructura cultural y artística.** Una estructura que surge dentro de un grupo con su paso a la civilización, su expresión mediante el arte y la cultura. Reúne todas las obras de arte y aportaciones culturales de ese grupo.
- **Estructura territorial.** Esta estructura se refiere tanto a los movimientos de un grupo seminómada, como a las expansiones y pérdidas de territorio de un grupo ya asentado. Reúne las ampliaciones de territorio, las batallas con otros grupos, etc.

Con el estudio de la base de conocimiento se han generado una serie de conceptos que se han agrupado en las estructuras anteriormente definidas formando grafos que se integran en el macro-grafo que define la estructura de un grupo. Cada grupo se integra dentro de nuestra estructura convergente formando un mega-grafo cuyo esquema se representa en la figura 2.



Figura 2

Se puede seguir una rama de la estructura tomando como ejemplo el pueblo árabe que formaría el imperio del Islam[3]:

*Mahoma y sus seguidores se hacen con el control casi total de Arabia. Es el sucesor de Mahoma, Abu Bakr, el que después de hacerse con el control total, inicia la rápida expansión del Islam*

*debido entre otras cosas al ansia de botín de guerra de sus súbditos. En su avance a base de incorporar territorios nace un estado monárquico que se convierte en un Imperio cuando llega a cruzar el estrecho y hacer caer de un solo golpe al Reino Visigodo. En su rápida conquista se establecen en Jijia (Xixón). Unos años más tarde abandonan un territorio del que se saca poco beneficio y ocasiona muchos problemas gracias a sus habitantes, los astures. Mientras el Imperio se desgaja un reino formado por visigodos refugiados y astur-cántabros comienza a formarse dentro del territorio abandonado por los musulmanes.*

En este ejemplo se puede seguir fácilmente la estructura convergente definida en el esquema mediante la relación de concepto. El usuario es capaz de converger al Reino de Asturias combinando la información recogida en la estructura de la manera deseada.

Estas estructuras están fuertemente relacionadas ya que describen características de un mismo pueblo. Entre los pueblos también existen relaciones, pero son más débiles que en el caso anterior. Esto es muy importante a la hora de estructurar la navegación, como se verá en el siguiente punto.

Como ya se expresó en el punto 2 esta estructura de grafos descrita para este ejemplo concreto del reino de Asturias, se puede aplicar al estudio de cualquier acontecimiento. Es decir, se puede desarrollar una estructura similar para estudiar cualquier acontecimiento histórico, es un modelo para la descripción de un momento histórico determinado y las circunstancias que lo rodean.

#### **4. Navegación convergente**

El definir el modo de navegación es un paso muy importante. Debido a la técnica que vamos a emplear el modo de navegación principal será secuencial, siguiendo las líneas de convergencia que ya identificamos anteriormente. Pero aparte de este modo de navegación, los conceptos referidos en la aplicación poseen entre sí sus propias relaciones naturales, lo que generará un modo de navegación más intuitivo para el usuario y que permitirá una manera de recibir la información al usuario más acorde con sus deseos evitando lo estricto de una estructura secuencial. La convergencia no genera sólo la estructura secuencial de relatar los hechos, sino que al existir una convergencia espacial hacia un punto concreto y una temporal hacia un momento concreto aparecen son nuevas formas de navegación, la espacial y la temporal.

Se ha construido una estructura de navegación multidimensional, es decir, una estructura de navegación que permite al usuario acceder a la información desde varios puntos de vista.

Por lo tanto existirán a escala conceptual las relaciones comunes *causa-efecto* entre los conceptos de nuestra base de conocimiento; por ejemplo, un grupo o pueblo A lleva a cabo una campaña de expansión de territorio y se enfrenta a otro grupo en una batalla y como resultado amplía su territorio (figura 3).

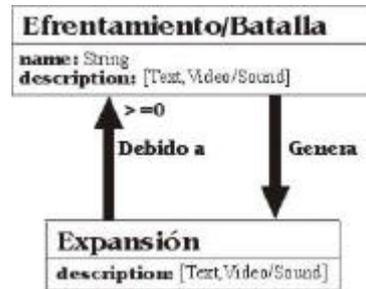


Figura 3

Respecto a las relaciones normales entre conceptos por ejemplo, el gobierno de un grupo A tiene un ejército que se encarga de proteger su integridad territorial. Este ejército en un momento dado puede participar en un batalla, tanto contra fuerzas invasoras como contra fuerzas dentro del propio territorio (figura 4).

También existe relaciones que expresan la estructura evolutiva de la Historia, que refuerzan la sensación de converger hacia un determinado punto histórico, como la evolución que se produce desde que un grupo étnico se agrupa en tribus, más tarde esas tribus se agrupan en una federación de tribus decidiendo en común y más tarde se integran en su estructura otros grupos étnicos a los que tienen que gobernar y pasan a formar una sociedad que después de un tiempo los puede llevar a formar una civilización [4] (figura 5).

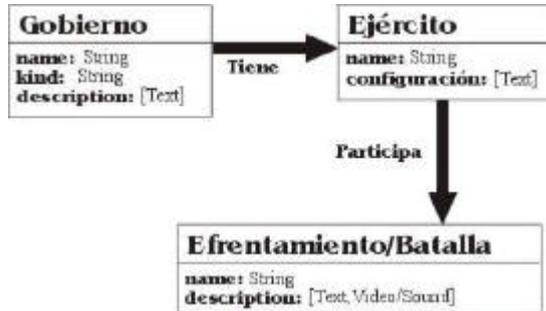


Figura 4

Los conceptos también se pueden situar en un espacio geográfico o en un espacio temporal y esto permite definir, ya a escala conceptual, la visión temporal y la visión espacial del sistema navegacional multidimensional y convergente. Por ejemplo una determinado edificio es construido en un momento temporal y en un lugar concretos.

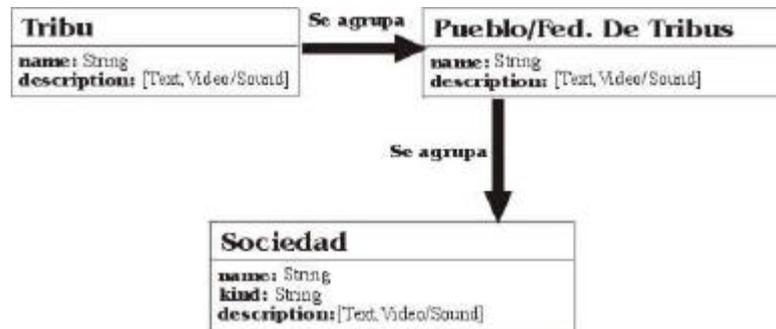


Figura 5

El diseño conceptual es común para todos los grupos, y a cada uno de los cuales le corresponderá un contexto de navegación. Para la adecuada navegación por los conceptos asociados a un contexto de pueblo definiremos los contextos correspondientes a las estructuras convergentes descriptivas de un grupo ya nombradas, a saber:

- **Contexto social.** Aquí se agrupan todos los conceptos relacionados con la vida en social en común del grupo, por ejemplo, una determinada tribu tiene sus costumbres, vive en un tipo de asentamiento determinado.
- **Contexto económico.** Engloba los conceptos referentes a la vida económica del grupo. Por ejemplo; una tribu o una sociedad practican una economía, la cual se sustenta en la agricultura, la industria o el comercio.
- **Contexto político.** Define todos los conceptos que se relacionan con la estructura política de un grupo. Por ejemplo, un gobierno es dirigido por un determinado rey.
- **Contexto de creencias.** Reúne todos los conceptos que tienen que ver con las creencias del pueblo. Por ejemplo un grupo A tiene unas determinadas creencias dirigidas por una institución.
- **Contexto cultural.** Entra todo lo que se refiere a la expresión cultural y artística de una determinado pueblo.
- **Contexto territorial.** Donde se agruparán los conceptos relacionados con las expansiones territoriales y con las guerras que generan, por ejemplo.

Estos contextos de navegación existirán para cada grupo o pueblo.

Debido a que los hechos convergen en el espacio y en el tiempo definiremos en tipo de navegación temporal y otro espacial, en los que el usuario verá representada la convergencia de manera visual y real.

#### 4.1 Navegación y el super-concepto indicio

Los distintos tipos de información de que disponemos tienen también su reflejo dentro de la estructura de navegación. Teníamos por una parte ciertos hechos con una explicación e interpretación generalmente aceptadas que se describen sin más en el esquema conceptual y los hechos que pueden tener varias interpretaciones y que no tiene ninguna más generalizada que otra, con lo que, aunque se tome una interpretación por comodidad, no se puede obviar el resto que tendrán su reflejo en la narración. Para aclarar esto dos ejemplos:

- I. El hecho de que los Visigodos perdieran la batalla de Guadalete en el 711, se tiene una interpretación más o menos extendida que la coloca como un hecho decisivo para la derrota de todo el reino.
- II. La procedencia étnica de Pelayo. Sobre esto hay varias teorías e interpretaciones de ciertos hechos que dan explicaciones diametralmente diferentes sobre su procedencia.

Para el ejemplo dos, cualquier teoría que coloquemos como más objetiva vendrá acompañada de información complementaria que explique el por qué de esta teoría y aporte información sobre las demás teorías.

Para esta información, definiremos el concepto llamado *Indicio*, que es un super-concepto que aglutina varios conceptos simples en su definición.

El super-concepto *Indicio*, principalmente, sirve para tres cosas:

— En primer lugar la información convergente tiene una estructura recursiva, es decir, cualquier hecho del que partamos tiene otra serie de hechos que convergen para provocarlo y a su vez esos hechos son consecuencia de otra serie de hechos y así sucesivamente; por lo tanto el mega-grafo de convergencia puede llegar a ser interminable. El super-concepto permite hacer referencia a otros hechos y a otros pueblos sin integrarlos totalmente en la estructura, es decir, son una especie de nodos terminales, de puntos de poda del mega-grafo.

— Las relaciones conceptuales tanto dentro de cada grupo como entre ellos son tantas que se detectó que puede producirse una navegación errónea o al menos dificultosa. Así se ha decidido que las relaciones dentro de los contextos de grupo son más intuitivas y evidentes y son accedidas de manera directa, pero las relaciones entre contextos de grupo pasan a través de un elemento del tipo *Indicio*, que relaciona los dos conceptos. Este es el segundo concepto integrado en nuestro super-concepto. Así el usuario sabrá cuando está cambiando de tema o de línea de convergencia y siempre sabrá como volver o ir al tema deseado.

— Un tercer uso, es el de mostrar indicios, siguiendo el significado estricto de la palabra, que pueden venir asociados a un hecho que se describa.

Todos los conceptos podrán ser susceptibles de estar relacionados con esta *Indico*, e *Indicio* con todos ellos.

## 4.2 Metáforas de navegación

Para facilitar la navegación es importante la metáfora asociada a dicha navegación, que debe ser comprensible para cualquier tipo de usuario, y facilitar la evolución dentro de la información.

En este caso se tiene una estructura convergente, que evoluciona hacia un punto concreto. La narración va hacia un punto determinado. Se pensó que una manera de hacer la navegación más sencilla era que la metáfora introduzca al usuario en la narración, que permita la iteración con la propia información. Con esto se bajara la posibilidad de varias metáforas, muy similares entre sí, que se corresponden con estas ideas:

- **Viajero:** Un personaje nos guía por los diferentes puntos de información (nodos), vestido según cada grupo o pueblo. Entre los puntos de información pertenecientes a un mismo grupo viaja caminado. Cuando viaja de hacia otro pueblo cambiando de contexto de grupo, lo hace en barco, representando un viaje más largo y reflejando el cambio de contexto.
- **Mercader:** La idea es la misma. El personaje viaja por los diferentes puntos de información guiando al usuario. Viaja con un camello cargado de mercancías. Del mismo modo viajará caminando o en barco según al origen y destino del viaje.

La diferencia es que para el usuario puede ser más lógica la idea de que un comerciante viaje por que así se gana la vida, en cambio la idea del viajero parece un poco menos intuitiva. Puede ser más fácil para el usuario identificar la época con un comerciante que viaje con la caravana de camellos, que no lo de un simple viajero.

La visión espacial se representa con un mapa en el que se pueden realizar un zoom sobre diferentes zonas, según interese.

La visión temporal se representa con una rosa de los vientos, donde las circunferencias concéntricas identifican un año y el espacio entre ellos un periodo. Los radios dividen los distintos grupos o pueblos. Los acontecimientos se representan con un punto y una palabra o palabras clave. Aquellos puntos que no coincidan en una circunferencia también llevan el año.

De este modo el viajero o mercader no sólo viaja andando y en barco, sino que también es capaz de viajar en el espacio y en el tiempo dando más libertad al usuario y permitiéndole relacionar de manera arbitraria los diferentes acontecimientos [5].

## 5. Conclusiones

La navegación convergente se convierte en una herramienta con la que el usuario es capaz de situarse en un contexto histórico para, de ese modo, llegar a una mejor comprensión de los conocimientos que adquiere.

La posibilidad de moverse libremente sin tener que seguir el esquema convergente permite la más rápida asimilación de los conceptos al acceder de una manera intuitiva a ellos.

El poder acceder al porqué de los acontecimientos, a las diferentes interpretaciones permite a los usuarios más curiosos tener un nivel conocimiento más completo del tema, conociendo las diferentes explicaciones.

El moverse en un contexto puramente temporal o espacial permite una visión global del momento histórico y en ella el usuario puede encontrar sus propias relaciones entre los diferentes hechos.

La estructura navegacional así definida permite tres niveles de conocimiento a elegir. Un nivel más básico que corresponde con la navegación convergente. Unos conocimientos más profundos y diversos sobre ciertos temas navegando libremente por la aplicación. Y una visión global de todo periodo de la historia.

## 6. Referencias

- [1] Daniel Schwabe, Gustavo Rossi, Simone D. J. Barbosa, *OOHDM*, <http://www-lifia.info.unlp.edu.ar/~fer/oohdm/>
- [2] Daniel Schwabe, Gustavo Rossi, Simone D. J. Barbosa, *Abstraction, Composition and Lay-Out Definition Mechanism in OOHDM*, <http://www.cs.tufts.edu/~isabel/schwabe/MainPage.html>
- [3] Emilio Cabrera y Cristina Segura, *Historia de la Edad Media – II: Oriente*, Madrid 1988.
- [4] Engels, Friedrich, *El origen de la familia, de la propiedad privada y del Estado*, Barcelona 1992, ISBN 84-395-2175-8.
- [5] James Gleick, *CAOS, La creación de una nueva ciencia*, Barcelona 1987, ISBN 84-322-9585-X.

# Agentes remotos para el análisis automático de modelos de navegación en hipermedia

M. González<sup>1</sup>, S. García<sup>1</sup>, E. del Moral<sup>2</sup>, J. M. Cueva<sup>1</sup>

Área de Interacción y Comunicación Humana. Laboratorio de Tecnologías Orientadas a Objetos. Universidad de Oviedo – [www.ootlab.uniovi.es](http://www.ootlab.uniovi.es)

<sup>1</sup> Departamento de Informática, Universidad de Oviedo. C/Calvo Sotelo s/n 33007 Oviedo, Asturias  
[martin@lsi.uniovi.es](mailto:martin@lsi.uniovi.es) ; [lcastrum@hotmail.com](mailto:lcastrum@hotmail.com), [cueva@lsi.uniovi.es](mailto:cueva@lsi.uniovi.es)

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad de Oviedo. C/ Aniceto Sela s/n 33005 Oviedo, Asturias  
[emoral@pinon.ccu.uniovi.es](mailto:emoral@pinon.ccu.uniovi.es)

**Resumen.** Conocer de antemano la estrategia de navegación adoptada por los usuarios de un producto hipermedia es una pieza clave en el proceso de desarrollo de calidad de estos productos, ya que la mencionada estrategia de navegación determina como los usuarios accederán a la información contenida en la base de conocimiento y por ende, cómo esta información será percibida. La adaptación de las pruebas de usabilidad clásicas al estudio de la navegación se ha revelado como una herramienta fundamental para el desarrollo de productos hipermedia de calidad. Sin embargo, esta técnica presenta numerosos inconvenientes, entre los que destacan su elevado coste, la selección previa de los voluntarios para las pruebas, el efecto negativo que la observación directa tiene sobre los voluntarios, así como la imposibilidad manifiesta que se tiene en un laboratorio para cuantificar la influencia que tiene el entorno computacional del usuario sobre la estrategia de navegación adoptada. El empleo de agentes software distribuidos, capaces de emular el comportamiento de los observadores humanos, es una alternativa barata y eficaz que permite evitar los problemas comentados, puesto que estos agentes son capaces de llevar cabo el proceso de prueba de forma automática en el mismo entorno computacional en el que se mueve el usuario y todo ello. En este artículo se comenta nuestra experiencia en el desarrollo y empleo de nuestra propia tecnología de agentes de observación.

## 1. Introducción

El diseño correcto de los mecanismos de navegación de un producto hipermedia es capaz de proporcionar nuevas formas de navegar, así como de mejorar el acceso a la información [1]. No debemos olvidar que un buen sistema de navegación es de

importancia crítica para el éxito de un producto hipermedia, tanto o más que la utilidad que éste tiene o la potencia de su sistema de hipertexto.

El principal objetivo de la fase de pruebas de un producto hipermedia consiste en evaluar la calidad de los mecanismos de navegación definidos durante el diseño. En esta fase se determinan cual de los mecanismos diseñados se adapta mejor a las necesidades de los usuarios, obteniendo así una idea clara de la utilidad real que pueden tener estos mecanismos para la audiencia. Desgraciadamente, el proceso de navegación no es una tarea sencilla, pues los usuarios se pierden. Este proceso de búsqueda erróneo de información crea frustraciones que pueden afectar a la visión global que dichos usuarios tienen acerca de la calidad del producto [2].

## 2. El Proceso de Navegación

La navegación es un proceso donde las decisiones se toman de forma continua, eligiendo entre las distintas estrategias que pueden conducir al objetivo final. Este proceso requiere la evaluación del entorno para determinar si el objetivo inicial ha sido alcanzado. En ocasiones, estas estrategias siguen un plan y en son respuestas al propio entorno [3] pudiéndose agrupar dentro de dos categorías:

- **Navegación por Ubicación:** El usuario navega empleando conocimiento específico del entorno que está percibiendo, haciendo uso por tanto de información incompleta.
- **Navegación por Planes Predeterminados:** La navegación se realiza haciendo uso del conocimiento de los mapas mentales que se tiene del entorno, para obtener por adelantado un plan completo que permita alcanzar el lugar deseado.

Las diferencias individuales entre los usuarios determinarán la estrategia a emplear, dependiendo de la experiencia del navegante, de sus propias habilidades espaciales o del conocimiento que posee sobre el entorno de navegación. Con respecto a este último punto, la información que el usuario extrae está compuesta por los siguientes ítems [3]:

- **Hitos:** Representan perceptiva y conceptualmente los distintos puntos geográficos del entorno navegable.
- **Rutas o Caminos:** Representa la concepción del entorno descrito en términos de las conexiones entre los distintos hitos.

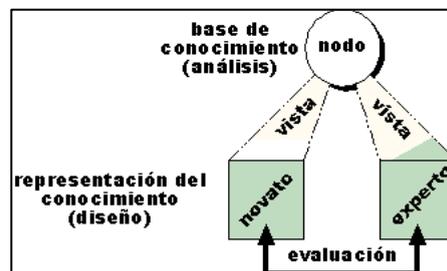
El conocimiento extraído del entorno de navegación se puede organizar en forma de una colección ordenada de hitos y rutas (un grafo), lo cual permite la recreación mapas mentales por parte de los navegantes.

### 3. Diseño de Modelos de Navegación

Durante la fase de diseño y siguiendo una estrategia de tipo divide y vencerás, se estructura la base de conocimiento del futuro producto hipertexto para obtener una colección de nodos enlazados entre sí, creando una estructura en forma de grafo dirigido a la que generalmente se le conoce como modelo de navegación [4].

La naturaleza de cierto tipo de productos (quioscos multimedia, sitios web corporativos, etc.), abiertos a una amplia variedad de usuarios, implica la necesidad de diseños que abarquen las expectativas de navegación de diferentes entornos culturales [5]. Dado que un único modelo de navegación es incapaz de satisfacer las necesidades de todos los usuarios, en ocasiones es necesario incluir varios en una única aplicación (Ver Figura 1).

Para terminar de complicar las cosas, la navegación se ve afectada también por aspectos técnicos. Por ejemplo, varios autores [6], [7], [8] [9] y [10] han detectado importantes cambios en la estrategia de navegación practicada por los usuarios cuando estos exploran un sitio web que se encuentra colapsado y en donde los tiempos de respuesta son moderadamente altos. En estos casos, los usuarios suelen abrir más de una sesión de navegación o se dedican a seleccionar de forma compulsiva cada enlace disponible, con el objeto de mantener la máquina ocupada descargando datos de Internet. En el caso de usuarios expertos, éstos hacen uso de estrategias avanzadas como por ejemplo, incrementar la memoria caché del navegador o grabar todo el sitio web en un disco local para un análisis fuera de línea.



**Fig. 1.** En el ejemplo, aunque la base de conocimiento es la misma para los dos tipos de usuario (novato y experto), la cantidad y tipo de información facilitada por cada uno es distinta. El paso de una categoría a la otra se realiza a través de un proceso de evaluación.

Como se puede apreciar, no existe una manera fiable de predecir cómo se moverá un usuario a lo largo de los nodos de un modelo de navegación ya que existen demasiados factores involucrados. Como resultado, los diseñadores han de exponer sus modelos de navegación al escrutinio de los usuarios para su validación y verificación.

#### **4. Verificación de Entornos Navegables**

Esta exposición es realizada normalmente aplicando técnicas de usabilidad. Estas técnicas consisten en el desarrollo de versiones preliminares de cada modelo de navegación para verificar su facilidad de uso [11].

Las pruebas de usabilidad son una técnica de utilidad probada en la mejora del comportamiento de las interfaces de usuario de muchas aplicaciones y dispositivos hardware y permite revelar el comportamiento del usuario, así como identificar sus metáforas internas de navegación [12]. Estimando los costes asociados con la ingeniería de usabilidad, un estudio [13] determinó que los beneficios derivados del uso de esta técnica pueden superar hasta en 5.000 veces los costes.

Aunque potente, la aplicación directa de las pruebas de usabilidad a la verificación de la calidad de los modelos de navegación presenta serias deficiencias que pueden convertir el proceso en una serie de tareas imprecisas, lentas y por lo tanto costosas y poco fiables.

Entre sus desventajas más notables podemos citar las siguientes:

1. Requiere la observación permanente de los usuarios.
2. Dado que el tiempo de observación es elevado, el coste de las pruebas es muy alto.
3. Las pruebas suelen realizarse empleando un número de voluntarios muy reducido.
4. Al trabajar con muestras pequeñas, la precisión de los resultados obtenidos disminuye notablemente.
5. Para las pruebas se eligen voluntarios con un perfil cercano al del usuario medio para el que fue diseñado el modelo de navegación. Así, es prácticamente imposible descubrir nuevos tipos de usuarios.
6. El conocimiento que el usuario tiene acerca del experimento influye negativamente en su comportamiento. Al saberse observado, el usuario cambia perceptiblemente su comportamiento. Al conocer o, al menos, inferir lo que se espera de él, adapta sus propias metáforas de navegación al modelo de navegación proporcionado.
7. Las pruebas son realizadas en ordenadores que cumplen las especificaciones técnicas necesarias para ejecutar el producto. Este puede no ser el caso del ordenador del usuario final. Es imposible detectar si el entorno informático del usuario afecta a la navegación.

#### **5. Validación Remota**

Con el objeto de evitar las desventajas comentadas hemos definido las características de un entorno ideal para las pruebas. Estas características son las siguientes:

1. Aumento del tamaño de las muestras mediante la automatización del proceso de observación, incrementando así la rentabilidad de las pruebas.
2. Concentración de los esfuerzos de verificación en una sola tarea: la navegación.
3. Distribución libre de los prototipos a probar entre todos los usuarios interesados.
4. Desconocimiento de la naturaleza del experimento por parte del usuario.
5. Realización de las pruebas en el entorno informático del usuario.

En esta situación ideal, las pruebas se realizan bajo las mismas condiciones en las que se va a utilizar el producto final, esto es, distribuyendo los prototipos entre los usuarios interesados, quienes los probarán en su propio entorno de computación y sin la presencia física de los diseñadores. Los usuarios se sienten libres para explorar los modelos de navegación proporcionados, ya que no se encuentran bajo presión, de tal modo que los factores externos del tipo del nerviosismo, confusión, etc., no afectarán a los resultados obtenidos. Como las pruebas de navegación se realizan en el entorno de trabajo del usuario, es posible obtener información acerca de cómo dicho entorno afecta a la navegación. Esta situación ideal permite detectar nuevos tipos de usuario de forma natural.

Hay que destacar que para utilizar este tipo de pruebas, los voluntarios deberían ser advertidos de su participación en una prueba de usabilidad desde el mismo inicio del experimento. El único factor que deben ignorar es la técnica de observación que los investigadores van a emplear. Esta es una práctica común en la realización de estudios de mercado [14].

Dado que en esta situación las pruebas se realizan lejos del laboratorio, hemos decidido bautizar a las pruebas realizadas bajo estas condiciones con el nombre de Verificación Remota o *Remote Testing* [15]. Para poder llevar a cabo la experimentación en estas condiciones, es necesario el uso de herramientas capaces de garantizar pruebas de usabilidad en situaciones que no se encuentran bajo el control del observador. Para resolver este problema, hemos desarrollado una herramienta de verificación remota basada en agentes, los cuales se trasladan a la máquina del usuario para reemplazar al observador humano en sus tareas de recopilación de información.

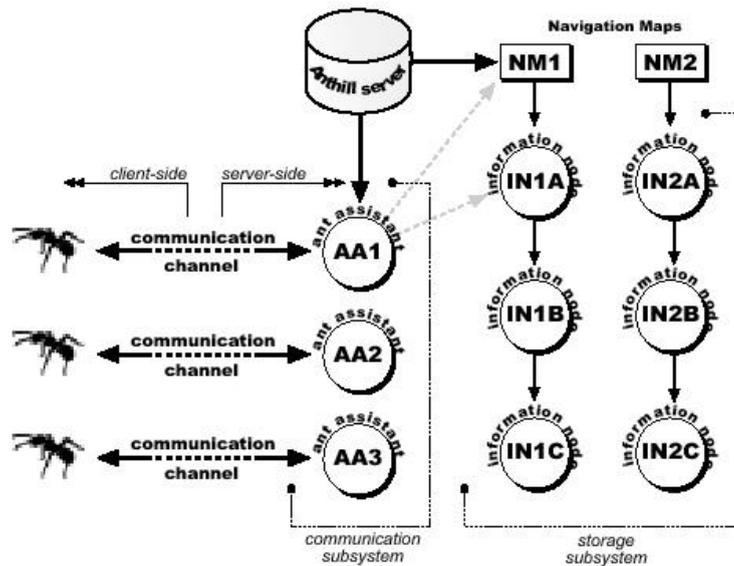
## 6. ANTS

Nuestra herramienta de verificación automática recibe el nombre de ANTS (*Automatic Navigability Testing System* o Sistema de Pruebas de Navegación Automático) y está desarrollada íntegramente en la plataforma Java. Esta característica permite verificar los modelos de navegación de cualquier tipo de producto hipermedia disponible en el mercado (tanto aplicaciones hipermedia dependientes de una plataforma concreta, como sitios web en Internet).

### 6.1 El Diseño

El diseño de ANTS está basado en el paradigma cliente-servidor, siguiendo una metáfora de diseño basada en la vida de una comunidad de hormigas (ants). Las hormigas (agentes de pequeño tamaño para facilitar su transmisión por cualquier tipo de red) salen de su hormiguero (el servidor central) para buscar comida (la información) en todo picnic disponible (cada sesión de navegación). Una vez que la hormiga ha conseguido su comida, ésta vuelve al hormiguero y almacena cuidadosamente la información conseguida en alguna de sus galerías o almacenes (los ficheros o las bases de datos del servidor).

Cuando el usuario visita un nodo de información durante su sesión de navegación, la hormiga es descargada del hormiguero (el servidor ANTS), junto con el resto de los recursos multimedia que conforman el nodo. (ver figura 2). Una vez que la hormiga llega a la máquina del usuario, ésta establece un canal de comunicación con el hormiguero (vía socket o vía RMI), a través de un asistente de hormiga, el cual se encarga de almacenar los datos recibidos en el servidor.



**Fig. 2.** Los agentes-hormiga están en contacto con las hormigas remotas (izquierda) por medio de un canal de comunicación bidireccional. La información recibida por los agentes-hormiga (sistema de comunicación) es enviada al sistema de almacenamiento, donde ésta es organizada y guardada en un fichero o en una base de datos.

## 6.2 Información Recolectada

La información recogida por los agentes consiste en una relación completa de los nodos identificados por los usuarios en sus sesiones de navegación, incluyendo el tiempo de permanencia en ellos y las rutas entre los mismos. Esta información permite determinar que nodos de un modelo son usados como hitos y cuales son usados como fuentes de información. También es posible detectar el tipo de estrategia navegación practicada.

Las hormigas observan el comportamiento del usuario incluso cuando éste realiza una tarea distinta a la de navegar (cuando el usuario trabaja concurrentemente en otra aplicación), una practica corriente en plataformas de trabajo multitarea. Esto permite determinar no sólo el tiempo empleado por el usuario en cada nodo, sino también el efecto que el entorno de computación pueda tener sobre la tarea de navegación. Con respecto a este último aspecto, si el gestor de seguridad de la máquina virtual de Java

lo permite, ANTS es capaz de obtener una especificación bastante completa del entorno de trabajo del usuario, indicando su nombre, la plataforma empleada e incluso la versión de su sistema operativo [16].

Este modelo se puede extender para realizar otro tipo de pruebas, como por ejemplo, verificar aspectos relacionados con la interacción humana (HCI) y la calidad de las interfaces de usuario desarrolladas. Los agentes-hormiga pueden trabajar en combinación con otros componentes especialmente diseñados para este tipo de pruebas, como por ejemplo, aquellos destinados a medir la habilidad del usuario al usar el teclado [17], o sus habilidades en el reconocimiento de formas visuales [18] y [19].

El siguiente informe, ha sido obtenido empleando ANTS para probar el modelo de navegación de un sitio web identificado como Tirsus. Como se puede apreciar, el usuario llegó al sitio web a las 19:35:22 Hrs. (hora local del servidor) empleando un ordenador localizado dentro de la zona horaria ECT. El código empleado para la sesión de navegación se corresponde con la dirección IP empleada por el cliente (156.35.14.1), así como el nombre de su máquina (dana.si.uniovi.es).

```
DATE: October 14Th 1999 (Thursday)
TIME: 19H35' GMT+00:00

IP ADDRESS: 156.35.14.1 (dana.si.uniovi.es)
TIME ZONE: ECT (-2)

LOGS: (All dates are local to server)

19:35:22 - 19:38:42 [00:03:20]-> User visits <Portal>
6 seconds out.
19:38:48 - 19:40:01 [00:01:13]-> User visits <History>
8 seconds out.
19:40:09 - 19:45:22 [00:05:13]-> User visits <Roman Army>
22 seconds out.
19:45:44 - 19:46:03 [00:00:19]-> User visits <Roman Cities>
19:46:03 -> Log out.

Nodes Visited: 4.
Different nodes visited: 4.

Total Time: 00:10:41 seconds. AVG: 00:02:40 seconds.
Trans Time: 00:00:36 seconds. AVG: 00:00:09 seconds.
Real Time: 00:10:05 seconds. AVG: 00:02:31 seconds.
```

Como se puede observar, el comportamiento del usuario, así como el tiempo empleado en cada nodo, está perfectamente registrado. En el ejemplo, el usuario llega al nodo Portal a las 19:35:22 y lo abandona a las 19:38:42, de tal modo que el usuario permanece en él por espacio de 3 minutos y 20 segundos. A continuación el usuario se mueve al nodo History, llegando a él a las 19:38:48 (la hormiga asociada al nodo History ha empleado 6 segundos en ser descargada desde el hormiguero y establecer su canal de comunicación). Por último, el informe muestra algunas estadísticas acerca del tiempo empleado por el usuario en todo el modelo de navegación. En el ejemplo, el usuario visitó 4 nodos distintos, empleando un tiempo promedio de 2 minutos y 31 segundos en cada uno de ellos.

## **7. Verificación Remota: Casos de Estudio**

Para cuantificar la potencia y flexibilidad del análisis remoto y la versión actual de ANTS, hemos probado la herramienta con varios problemas de análisis de exploración relacionados con modelos de navegación para páginas web, dos de los cuales vamos a reseñar brevemente aquí, indicando las referencias a los artículos en donde se describe en detalle la elaboración de tales experimentos.

### **7.1 Ubicación Adecuada de una Barra de Navegación en un sitio Web**

En este experimento se analizó el proceso de exploración empleado en 342 sesiones de navegación (capturadas por ANTS a lo largo de tres semanas) en un sitio web provisto de dos barras de navegación paralelas situadas en el plano horizontal. Los resultados permitieron demostrar que la ubicación de las barras en este plano no afecta al rendimiento para este tipo de tareas ya que los tiempos de reacción del usuario obtenidos para las dos localizaciones (izquierda y derecha) fueron los mismos. La preferencia de los usuarios se decantó por la zona izquierda, aunque no de una forma significativa (la barra izquierda se empleó en el 52,5% de los casos). La descripción detallada del experimento y los resultados obtenidos se encuentra en [20].

### **7.2 Análisis de un Sitio Web Educativo con Soporte Internacional**

En este caso, ANTS fue empleado para analizar el proceso de exploración del prototipo de sitio web del Museo Arqueológico de Asturias que estamos desarrollando actualmente. La característica principal de este sitio web es el soporte internacional dado a cada uno de sus nodos, cuyos contenidos están escritos en tres idiomas: asturiano, castellano e inglés.

En el prototipo inicial, el usuario tenía la opción de seleccionar un idioma distinto para cada nodo. Tras analizar las 518 sesiones de navegación capturadas por ANTS en tres semanas, se detectó un alto número de sesiones (13,89%) en las que el usuario cambiaba el idioma de la página simplemente por curiosidad (para ver como lucía la página en otro idioma), volviendo al idioma inicial tras un breve lapso de tiempo. Como consecuencia de ello, se decidió eliminar esta opción ya que distraía al visitante del objetivo pedagógico del sitio web: enseñar Historia. Este experimento permitió detectar la proporción de usuarios de cada idioma, lo cual redundó en una mejora en la asignación de recursos para el diseño y construcción del prototipo en cada uno de los idiomas previstos. La descripción detallada de este experimento se puede consultar en [21].

## **8. Conclusiones**

Las técnicas de Verificación Remota mejoran notablemente la calidad y la productividad de la fase de pruebas de un proceso de desarrollo para hipermedia. Al

emplear herramientas de prueba automática y remota del tipo de ANTS, los datos fluyen desde su origen (la sesión de navegación) hasta el sistema de almacenamiento en el servidor. Los diseñadores se liberan así de la aburrida tarea de recolectar información, de modo que pueden concentrar sus esfuerzos en analizar los resultados obtenidos, mejorando la calidad de sus modelos de navegación.

Dado que el proceso de navegación tiene lugar en el propio entorno de computación de usuario, no hay necesidad de asignar costosos recursos de laboratorio para la fase de pruebas y por lo tanto su coste disminuye notablemente.

Por medio de esta técnica podemos registrar un número mayor de sesiones de navegación con el mismo número de recursos humanos. En los experimentos comentados en este artículo, hemos analizado un total de 860 sesiones de navegación. Esta cifra hubiese sido completamente imposible de alcanzar por medio de sesiones de pruebas de usabilidad clásicas, dado el número limitado de recursos humanos y de hardware del que disponemos. Sin embargo, por medio de las técnicas de prueba remota, somos capaces de afrontar la realización de experimentos de tal envergadura con la única ayuda de un PC obsoleto. En realidad, el servidor-hormiguero utilizado en las pruebas recogidas aquí era un antiguo PC i486 con 16 Mb de RAM, Linux, JDK 1.1.6.

Otra ventaja importante de las pruebas de navegación remotas, radica en que la fase de pruebas se puede extender a toda la vida útil del producto. Una vez que la versión final haya sido terminada y publicada, es posible obtener información acerca del comportamiento de los usuarios reales de forma automática, de modo que ésta puede ser empleada para mejorar la calidad de la próxima versión del producto. Obviamente, para ello necesitamos el consentimiento de los usuarios finales, de modo que los mecanismos de transmisión de información puedan ser activados en sus máquinas.

## 9. Referencias

- [1] Nielsen, Jakob; (1993) *Hypertext and Hypermedia*. Academic Press, Cambridge. ISBN 0-12-5118410-7.
- [2] Furnas, G. W.; (1997) *Effective View-Navigation*. Human Factors in Computing Systems CHI97 Conference Proceedings, New York, NY: ACM Press.
- [3] Jul, Sussane; Furnas, George W.; (1997). *Navigation in Electronic Worlds: a CHI'97 Workshop*. SIGCHI Bulletin Vol. 29, No. 4, October 1997, ACM Press.
- [4] Schwabe, Daniel; Rossi, Gustavo; (1995) *Abstraction, Composition and Lay-Out Definition Mechanism in OOHDM*. Proceedings of the ACM Workshop on Effective.
- [5] Olsina, Luis Antonio; (1997) *El Modelo de Procesos en el Desarrollo de Productos Hipermmedia*. Conferencias de la EUITIO, Universidad de Oviedo.
- [6] Johnson, Chris; (1997) *What's the Web Worth? The Impact of Retrieval Delays on the Value of Distributed Information*. Ponencia presentada al Time and the Web Workshop, Staffordshire University, 19 de junio de 1997. <http://www.soc.staffs.ac.uk/seminars/web97>.
- [7] Johnson, Chris; Gray, Philip; (1996). *Temporal Aspects of Usability: Assessing the Impact of Time on User Interface Design*. SIGCHI Bulletin Vol. 28, No. 2, April 1996, ACM Press.

- [8] Thomas, Richard C.; (1996). Temporal Aspects of Usability: Long-term Variation in User Actions. SIGCHI Bulletin Vol. 28, No. 2, April 1996, ACM Press.
- [9] O'Donnel, Paddy; Draper, Stephen W.; (1996). Temporal Aspects of Usability: How Machine Delays Change User Strategies. SIGCHI Bulletin Vol. 28, No. 2, April 1996, ACM Press.
- [10] Byrne, Anthony; Picking, Richard; (1997) Is time out to be the big issue? Ponencia presentada en el Time and the Web Workshop, Staffordshire University, 19Th June 1997. <http://www.soc.staffs.ac.uk/seminars/web97>.
- [11] Apple Computer Inc; (1992): Macintosh Human Interface Guidelines. Addison-Wesley Publishing Company. ISBN 0-201-62216-562216.
- [12] Shulz, Erin; Van Alphen Maarten, Rasnake William (1997); Discovering user-generated metaphors through usability Testing. Proceedings of the Second International Conference on Cognitive Technology. Aizu, Japan.
- [13] Nielsen, Jakob; (1993) A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems. Proceedings of the INTERCHI'93: Human Factors in Computing Systems, Amsterdam, The Netherlands, April 1993.
- [14] Masson, J. E.; Wellhoff, A.; (1990) El Merchandising: rentabilidad y gestión del punto de venta. Deusto, Madrid. ISBN 8423405117.
- [15] González Rodríguez, Martín (1999): Automatic Usability Testing for Hypermedia Navigational Graphs. Proceedings of the Third International Quality Week Europe: Lessons Learned, Brussels, Belgium. Software Research Institute.
- [16] Weber, Joseph; (1997) Special Edition Using Java 1.1; Third Edition. ISBN 0-7897-1094.
- [17] Salthouse, T.; (1986). Perceptual, Cognitive and Motoric Aspects of Transcription Typing. Psychological Bulletin.
- [18] Sternberg, Saul; (1969). The discovery of processing Stages: Extensions of Donder's method. In W. G. Koster (ed.), Attention and Performance. Amsterdam: North-Holland.
- [19] Sternberg, Saul; (1975). Memory Scanning: New Findings and Current Controversies. Quarterly Journal of Experimental Psychology.
- [20] González Rodríguez, Martín (2000) Remote Navigation Testing for Hypermedia with Java. Proceedings of the PA Java'2000, Manchester, Inglaterra. A ser publicado por The Practical Application Company, Londres (ed.).
- [21] González Rodríguez, Martín (2000): ANTS: An Automatic Navigability Testing Tool for Hypermedia. Proceedings of the Eurographics Multimedia'99 Workshop, Milan, Italy. Multimedia'99 Springer-Verlag, Wien, Austria (ed.) ISBN-3-211-83437-0.

# Diseño de ambientes hipermedia para el aprendizaje: metáforas y recursos interactivos

E. del Mora<sup>2</sup>, M. González<sup>1</sup>, S. García<sup>1</sup>, J. M. Cueva<sup>1</sup>

*Área de Interacción y Comunicación Humana. Laboratorio de Tecnologías  
Orientadas a Objetos. Universidad de Oviedo – [www.ootlab.uniovi.es](http://www.ootlab.uniovi.es)*

<sup>1</sup> *Departamento de Informática, Universidad de Oviedo. C/Calvo Sotelo s/n 33007  
Oviedo, Asturias*

[martin@lsi.uniovi.es](mailto:martin@lsi.uniovi.es) ; [lcastrum@hotmail.com](mailto:lcastrum@hotmail.com);  
[zz00f006@centauro.aulario.uniovi.es](mailto:zz00f006@centauro.aulario.uniovi.es)

<sup>2</sup> *Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad de Oviedo. C/ Aniceto  
Sela s/n 33005 Oviedo, Asturias*

[emoral@pinon.ccu.uniovi.es](mailto:emoral@pinon.ccu.uniovi.es)

**Resumen.** La conjugación de recursos interactivos y la selección de metáforas que conforman las aplicaciones hipermedia son aspectos claves para la definición de ambientes de aprendizaje. La naturaleza asociativa e intuitiva del aprendizaje propiciado por los hipermedia potencia el desarrollo de nuevas estrategias de aprendizaje y la interconexión los conocimientos. Estos diseños especialmente apropiados para aplicaciones educativas facilitan la estructuración del conocimiento propiciando un aprendizaje no lineal y activo, favoreciendo la representación mental (icónica y simbólica) enunciada desde los postulados cognitivistas.

**Palabras clave:** Diseño hipermedia, metáforas, interacción, aprendizaje.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los entornos hipermedia con carácter educativo se han visto enriquecidos por la presentación de la información en múltiples formatos, facilitando al aprendiz la lectura e interacción con los contenidos. Estas aplicaciones permiten al usuario tomar parte activa en su propio proceso de aprendizaje, intercambiando y elaborando información. La clave se encuentra en cómo se presenta la información diversa; cómo se accede a ella; qué utilidad tiene para el usuario; qué tipo de estrategias de aprendizaje se fomentan; qué mecanismos cognitivos activan...

La presentación de los contenidos debe conjugar múltiples variables: definición de los usuarios potenciales y sus características; los objetivos y contenidos educativos e instruccionales propuestos; las herramientas y los recursos para interactuar y acceder a sus contenidos... y responder a algunas características [1]: a) *Facilidad de*

*manejo; b) Originalidad; c) Transparencia; d) Agilidad; e) Homogeneidad; f) Versatilidad; g) Adaptabilidad; h) Multimedialidad; i) Conectividad.*

Deben propiciar un aprendizaje contextual, el sujeto asimila mejor lo aprendido en la medida que se reconstruyen los hechos a aprender, se le permite la identificación, el reconocimiento, y se le implica directamente.

## **2. LAS METÁFORAS**

Las metáforas son consideradas como aquellas herramientas capaces de facilitar la navegación y el recorrido a través de un programa [2][3]. Básicamente se trata de la utilización de conceptos y modelos del mundo real, de fácil identificación por parte de los usuarios, por su cotidianeidad, con objeto de presentar el volumen de información electrónica contenida en el programa de forma atractiva, y facilitando la comprensión de su estructura y de las operaciones que pueden desarrollarse a partir del mismo.

El objetivo de la utilización de las metáforas en las aplicaciones hipermedia se centra en presentar a los usuarios una mejor comprensión del medio de comunicación o información, una terminología para pensar y actuar sobre los elementos y procedimientos de un determinado sistema [4].

Las metáforas pueden definirse como simulaciones de espacios conocidos que ayudan a clarificar la naturaleza de los elementos de información que contiene el sistema, y expresando claramente la relación entre ellos. Facilitan a los usuarios la vía de acceso a las herramientas que ya le son conocidas.

Las metáforas integradas en el diseño de la interfaz de usuario pueden servir para un doble propósito: organizar y estructurar las tareas llevadas a cabo por el diseñador; y contribuir al aprendizaje del usuario [5]. Esta integración permite aproximarnos cada vez más al modelo conceptual y de aprendizaje cognitivo del usuario. En las metáforas existen dos dimensiones relevantes para la comprensión de la información: el ámbito o número de conceptos que quieren integrar; y el nivel de descripción o tipo de información que intentan transmitir.

Gary y Mazur [6] señalan que las metáforas deben ser: fácilmente comprensibles, para no producir una carga cognitiva adicional; propiciadoras de un aprendizaje significativo e intuitivo para su manejo; de gran adaptabilidad, y flexibilidad, adecuándose a los distintos usuarios; generadoras de transferencias de aprendizajes anteriores a las situaciones nuevas.

Así pues, al presuponer que el usuario ya conoce determinados contenidos se descarga la acumulación de información innecesaria. Y al utilizar representaciones mentales que se asemejan a su realidad, el entorno se hace más comprensible y atractivo, rebajando el índice de dificultad [7].

## **3. TIPOS DE METÁFORAS**

### *1. La historia*

Representa un mecanismo duradero y atrayente para la comunicación de información, recomendada para contextos educativos [8] ya que proporciona una

estructura de la información familiar y conocida; contribuye a reducir la carga cognitiva de la navegación, y suscita la participación activa y creativa.

Se trata de una narración parcialmente contada con imágenes, en donde el usuario puede intervenir (interactuar) en el desarrollo de la misma. Es preciso tener presente que los usuarios seleccionan sólo aquellos estímulos que captan su atención, y desestiman la información superflua recibida, activando un filtro selectivo que les permita retener sólo lo significativo.

2. *Un viaje*

Permite la exploración de un dominio de conocimiento complejo, incluye la definición de visitas guiadas. Su atractivo dependerá de la habilidad del diseñador para presentar itinerarios diversos al usuario. Generalmente, un personaje tiene que realizar un viaje en el tiempo o en el espacio, de tal modo que los ambientes que se recrean en el diseño reproducen los diversos contextos por los que se pasa, así, en el ámbito cognitivo, el usuario identifica los elementos aprendidos al ubicarlos en espacios concretos, e incorpora nuevos conceptos a través de la asociación.

La libertad de elección del itinerario dota al sistema de gran atractivo, aunque se deberá incorporar pistas, guías de ruta, mapas de orientación, visitas obligadas..., que posibiliten retomar el itinerario y navegación por los contenidos y la información del sistema.

3. *Museo*

El conocimiento se presenta tal y como se encuentra expuesto en las paredes de un museo real, las posibles zonas interactivas aparecen vinculadas a iconos que se hallan en un mural o tablón. Al usuario se le deja libertad para que descubra lo que se encuentra tras esos iconos, y así su navegación es abierta. La teoría del aprendizaje que subyace es la del aprendizaje por descubrimiento.

Se deberá tener cuidado para no introducir de modo indiscriminado sorpresas, dado que se corre el riesgo de perder el sentido de la narración. La sensación de que se avanza a alguna parte es la dosis de coherencia, las sorpresas deben proporcionar al usuario la impresión de que está descubriendo algo nuevo que le conducirá al objetivo final.

4. *El estudio cinematográfico*

El entorno creado recuerda a una sala de cine en la que se pueden proyectar todo tipo de producciones audiovisuales. Existen galerías de personajes con distintos vestuarios, escenarios diversos, sonidos, efectos especiales..., focos; además de otras herramientas (montadora de imágenes y secuencias, acceso a micrófonos, bandas sonoras..., distintos ángulos de cámara de filmación). Al usuario se le da la posibilidad de ser el propio director de cine. Esa amplia oferta de opciones para la creación genera una gran motivación, y propicia un aprendizaje por descubrimiento al retar al aprendiz a involucrarse en una aventura.

5. *Libro o cuento electrónico*

El volumen de la información se halla contenido en páginas electrónicas, que pueden hojearse a modo del tradicional libro de texto, avanzando y retrocediendo por la información. Es muy común en los cuentos para niños/as, además se presentan viñetas animadas que dotan a la aplicación de gran vitalidad, recreando historietas con la voz, los sonidos onomatopéyicos, los movimientos de los personajes que en ellos aparecen.

Al usuario se le permite acceder a la página del libro o cuento que desee, sin tener que someterse al orden ni el ritmo establecido previamente por el autor.

6. *Simulador*

Su importancia radica en que se hace partícipe al usuario de una vivencia, para que sea capaz de interiorizar o desarrollar una serie de informaciones, hábitos, destrezas, esquemas mentales, etc., de ahí que el simulador suele estar integrado por núcleos de información reducidos. Se aplica en diseños de entornos de aprendizaje para reconstruir experiencias de aprendizaje realistas a bajo coste.

Existen simuladores de laboratorios; de vuelo; juegos de rol. Otros recrean actividades de carácter empresarial o formativo, en los que se hace hincapié en la toma de decisiones, la selección de documentación, la aplicación de métodos de solución de problemas... En todos se valora su relación con lo simulado.

7. Otras metáforas habituales en el diseño de ambientes de aprendizaje flexible y negociable han sido el cómic y el *collage* [9], la telenovela... Sin embargo, ninguna de estas metáforas puede ser concebida como ideal, ya que para que una aplicación hipertexto orientada a procesos formativos o educativos tenga éxito debe conjugar las distintas posibilidades que presentan cada una de ellas.

#### 4. LOS RECURSOS INTERACTIVOS

La capacidad de respuesta de los elementos o interacción que se incluyen en los entornos hipertexto cada vez son más sofisticados, e intentan salir al paso de las necesidades y requerimientos de los usuarios: navegación; búsqueda de la información que contiene la aplicación, adaptación a su nivel de partida; presentación de los contenidos en diversidad de formatos; respuestas de autoevaluación y control; mensajes de progreso, de error, de acierto...; toma de decisiones; responder a cuestiones formuladas... Ésto debe planificarse: a) contribuir al refuerzo de mensajes; b) responder a las solicitudes del usuario; c) descargar de actividades que impliquen poca participación; d) fomentar la participación activa; e) posibilitar la conexión con otros usuarios en red; f) registrar las decisiones del usuario.

El usuario tiene que percibir que la pantalla está viva: se escucha una canción o música de fondo, aparece un personaje interpeándonos, se pone en movimiento un icono (monigote a modo de mascota) o hilo conductor), aparece una pequeña leyenda en pantalla... Todo ello debe contribuir a reforzar un aprendizaje, a amenizar las tareas solicitadas, a apuntar pistas cuando hay dificultades..., para el sujeto no se sienta abandonado, y se garantice su permanencia en la aplicación.

La conjugación de los recursos interactivos, la selección metáforas serán aspectos claves para la definición de los ambientes de aprendizaje.

La naturaleza asociativa, intuitiva del aprendizaje propiciado por los hipertexto los diferencia de los materiales tradicionales potenciando el desarrollo de nuevas estrategias de aprendizaje y la interconexión de conocimientos. Favorecen el aprendizaje en activo, las representaciones icónicas y las simbólicas enunciadas desde los postulados cognitivistas, y la toma de decisiones continua genera actitudes de gran dinamismo en el aprendizaje al potenciar su curiosidad intelectual.

En resumen, la forma en que se diseñe el interfaz de usuario dependerá de los objetivos que le inspiren. Los interfaces de usuario se convierten en unas poderosas herramientas de navegación, pero hay que tener presente algunas premisas [10]: a) los usuarios les gusta poseer el control, b) diseñar interfaces consistentes e intuitivos; c) permitir que el usuario pueda personalizar el interfaz; d) proporcionar hiperenlaces. En definitiva, el usuario debería ser capaz de responder en cada pantalla a las siguientes preguntas: ¿dónde estoy? ¿a dónde puedo ir? ¿cómo llego allí?.

## 5. REFERENCIAS

- [1] CACHEIRO, M.L. (1996): "Interfaz de navegación multimedia. Diseño Pedagógico". En *Informática Educativa* 96, UNED. Madrid, pp. 149-157.
- [2] BARKER, P. (1991): "Interactive Electronic Books". *Interactive Multimedia* 2(1), pp. 11-28.
- [3] HAMMOND, N. (1993): "Learning with Hypertext: Problems, Principles and Prospects". Eds. Mcknight, C., Dillon, A. Y Richarson, J. *Hypertext a psychological perspective*. Ellis Horwood, New York.
- [4] WOLFE, R. (1990): "Hypertextual Perspectives on Educational Computer Conferencing". En Hiltz, L. (Ed) *On Line Education*.
- [5] HAMMOND, N. & ALLISON, L. (1987): "The travel metaphor as a Design Principle and Training Aid for Navigating around Complex Systems". Eds. Diaper, D. & Winder, R. *People and Computers III*. Cambridge University Press. Gran Bretaña, pp. 75-90.
- [6] GARY, G. & MAZUR, J. (1991): "Navigating Hypermedia". Eds. Berk, E. & Devlin, J. *Hypertext/Hypermedia Handbook*. Intertext Publications. McGraw-Hill (New York).
- [7] BARKER, P. & MANJI, K. (1991): "Designing Electronic Books". *Educational and Learning Technology International (ETTI)*, 28 (4), pp. 273-280.
- [8] McLELLAN, H. (1992): HyperStories: some guidelines for instructional designers. *Journal of research on computing in education*, 25 (1), pp.28-49.
- [9] FERM, R.; KINDBORG, M. & KOLLERBAUR, A. (1987): "A flexible negotiable interactive learning environment". Eds. Diaper, D. & Winder, R. *People and Computers III*. Cambridge University Press. Gran Bretaña.
- [10] MILLER, D. (1997): *Desarrollo multimedia para Internet*. Anaya Multimedia. Madrid.



# Análisis de tareas básicas en CBD: herramienta orientada al usuario para el diseño cooperativo de bases de datos

A. L. Carrillo<sup>1</sup>, A. Guevara<sup>1</sup>, S. Gálvez<sup>1</sup>, J. Falgueras<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Málaga, Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación. Málaga  
29071 – España  
{carrillo, guevara, galvez, juanfc}@lcc.uma.es

**Resumen.** En este artículo, tras describir brevemente los fundamentos y componentes básicos de CBD, una herramienta orientada al usuario para su participación en el diseño cooperativo de bases de datos, y del modelo de datos propio que soporta, abordamos la problemática del diseño de su interfaz de usuario y del proceso de interacción del usuario con ella, fundamentales para el éxito real de la aplicación y cuyas características principales deberán ser la “usabilidad” y la “facilidad de aprendizaje”. Para ello, determinamos el modelo, heurísticas de diseño y propiedades básicas en que deberá estar basado todo el proceso de diseño de dicha interfaz, para acto seguido, realizar un análisis jerárquico y la correspondiente formalización mediante un modelo GOMS, de aquellas tareas que se pueden considerar prioritarias al utilizar la herramienta (las referentes a la creación de diseños o tipos de formularios).

**Palabras clave:** interfaz de usuario, interacción persona-ordenador, usabilidad, análisis de tareas, modelo GOMS.

## 1 Introducción

En este artículo presentamos parte del trabajo realizado por el *grupo de investigación SICUMA* (patrocinado por la Junta de Andalucía de España, con código TIC-160 y título “*técnicas cooperativas y orientadas a objetos para incrementar la calidad del software*”) de la Universidad de Málaga, referente a CBD, una herramienta orientada al usuario para su participación en el diseño cooperativo de bases de datos, teniendo como objetivo principal dotarla de una interfaz de usuario cuyas características principales sean la “usabilidad” y la “facilidad de aprendizaje”.

Cualquiera de las metodologías tradicionales de ingeniería de software para el análisis y diseño de Sistemas de Información y de bases de datos, parten de unas especificaciones, supuestamente correctas, fruto de la comunicación entre usuario y especialista, sin un método formal que garantice una comunicación satisfactoria y en el mejor de los casos, empleando métodos informales estrictamente definidos basados en entrevistas, cuestionarios, etc., que raramente se llevan a la práctica por completo, dando lugar en muchos casos al desarrollo de productos que no se acomodan a las exigencias del usuario y que provocan una avalancha de modificaciones y un

mantenimiento costoso. La *metodología cooperativa* [5,6] pone de manifiesto la necesidad e importancia de implicar al usuario en las labores de planificación, análisis y diseño de sus productos software. Para conseguir dicha participación del usuario, propone una secuencia de fases en las que se le suministra un conjunto de herramientas informáticas cooperativas con las que plasmar sus exigencias, desde diferentes puntos de vista: de datos, de procesos, de apariencia en pantalla y en papel, etc.

En este artículo presentamos una de tales utilidades, la herramienta CBD (Cooperación en Base de Datos), cuya finalidad es apoyar y ayudar al usuario tanto en la especificación de los datos que utiliza, como en la forma en que lo hace, con objeto de que sea él mismo el principal protagonista en el *diseño y desarrollo de la base de datos* de su empresa y que se sustentará en tres aspectos fundamentales:

- Facilidad para diseñar los componentes de información necesarios.
- Cooperación en el diseño de componentes utilizados por múltiples usuarios.
- Transparencia sobre los aspectos puramente de ingeniería de la base de datos.

Tras introducir nuestra herramienta, en la sección 2 presentamos *sus componentes fundamentales* al mismo tiempo que intentaremos ofrecer una visión general de la misma. En la sección 3, concretamos el paradigma, *heurísticas de diseño* y propiedades básicas en las que debe estar basado todo el proceso de modelado y diseño de la aplicación y de su interfaz de usuario. En la sección 4, realizamos un análisis jerárquico de *las tareas básicas* que se pueden llevar a cabo con CBD en lo referente a la creación y *diseño de formularios*, al mismo tiempo que formalizamos a alto nivel el procedimiento de interacción mediante una técnica GOMS. Por último, en las conclusiones de la sección 5, presentaremos el estado actual en que se encuentra el desarrollo de CBD.

## 2 Fundamentos y componentes básicos de la herramienta

Partiendo de la base de que el usuario de una empresa que hace uso de un sistema de información informatizado, o susceptible de serlo, está acostumbrado a manejar enormes cantidades de documentos en papel, y que por otro lado, el elemento más difundido y empleado es el *formulario*, se decidió que dicha herramienta explotara al máximo la facilidad que los usuarios tienen para gestionarlos, quedando por tanto encaminados sus esfuerzos al *diseño y manejo de formularios* mediante dicha herramienta, con las consiguientes ventajas. Todo ello sin necesidad de conocimiento alguno en el tema de las bases de datos.

CBD se sustenta en un modelo conceptual de datos propio, *MSF* (Modelo Semántico de Formularios) [7,8] que suministra la capacidad teórica que necesita la aplicación para su correcta interacción con el usuario. La arquitectura básica queda completada por un sistema capaz de interpretar los formalismos de MSF y convertirlos en acciones lógicas que dan como resultado un almacenamiento y recuperación real de la información, haciendo uso de un medio físico. Esta funcionalidad la suministra el *SGF* (Sistema Gestor de Formularios) [7].

Como se verá a continuación, la mayoría de los nombres asignados a los distintos componentes del modelo y de la herramienta no se corresponden con los comúnmente

aceptados en la mayoría de modelos semánticos, sin embargo, la elección de nombres no ha sido alegre o arbitraria, sino fruto de un análisis de las palabras que entiende una persona inexperta en el tema.

Podemos considerar MSF como un modelo con elementos jerárquicos, similar al modelo semántico de Kroenke [15], pero con una base eminentemente visual:

- *Campo (atributo)*: concepto atómico que se desea almacenar y gestionar, y que posee una representación directa indivisible. Los campos se agrupan en *clases*, cada una de las cuales tendrá un nombre asociado. Los nombres de clases distintas no pueden dar lugar a ambigüedades. Toda clase tiene asociado unos datos de presentación (posiblemente distintos) en cada diseño en el que aparece. Cada campo es distinguible entre los demás por su propia existencia.
- *Formulario (ficha)*: multiconjunto de campos. Los formularios se agrupan en diseños, cada uno de los cuales posee un nombre único.
- *Diseño (tipo de formulario)*: representa en pantalla la estructura, apariencia y distribución de los distintos componentes de datos, de un grupo de formularios. Un diseño establece la conceptualización que realiza un usuario de parte de su trabajo. Define lo que otros modelos suelen llamar “vista de usuario” y viene a identificar a un conjunto de formularios. Los *formularios o fichas* serán las distintas instancias asociadas a un *diseño* e introducidas en la base de datos en tiempo de utilización.
- *Familia*: conjunción de todos los diseños de usuario referidos al mismo concepto abstracto, a la misma entidad semántica. La información existente en cada diseño es en realidad la misma. Cada familia tendrá un nombre único que la distingue de las demás familias y formularios. Define lo que otros modelos suelen llamar entidad.
- *Compartición de datos*: Situación en la que un formulario f1 de tipo F1 contiene uno o varios atributos procedentes de otro formulario f2 de tipo F2. Estos campos reciben el nombre de *campos compartidos* en el formulario f1; f1 pasa a ser el *formulario contenedor*, y f2 es el *formulario contenido o subordinado*. Todos los atributos de f2 contenidos en f1 pasan a tener el mismo *código de color* (para destacar que todos ellos proceden del mismo formulario subordinado), y especialmente útil cuando existen datos procedentes de distintos formularios y a su vez, dispersos por el formulario contenedor (distintos colores para diferentes procedencias).
- *Grupos de repetición*: Diseño (o mejor dicho, subdiseño) supeditado a otro diseño o grupo de repetición. Son conjuntos de atributos que pueden repetirse, de manera que si uno de estos atributos aparece  $k$  veces, los que lo acompañan también tienen que aparecer  $k$  veces. Expresa una secuencia (de longitud indeterminada) de subformularios supeditados a otro formulario.

Todos estos componentes se agrupan en una estructura visual, dando lugar al componente principal de un diseño, desde el punto de vista del usuario (fig.1).

Independientemente de la información de presentación suministrada por un diseño, este queda parcialmente representado mediante su *árbol de campos* (fig.1), especialmente útil para usuarios iniciados o expertos, y que consiste en una lista jerarquizada de las clases que contiene cada tipo de formulario, con indicación expresa de quién depende. Cada clase de campo se halla siempre directamente conectada al diseño del que depende; los datos compartidos se agrupan en el diseño del que proceden, y éste se conecta al diseño contenedor (ya sea el que se define u

otro). Por último, los grupos de repetición especifican aquellos bloques de datos que pueden dar lugar a cero, una o más instancias.

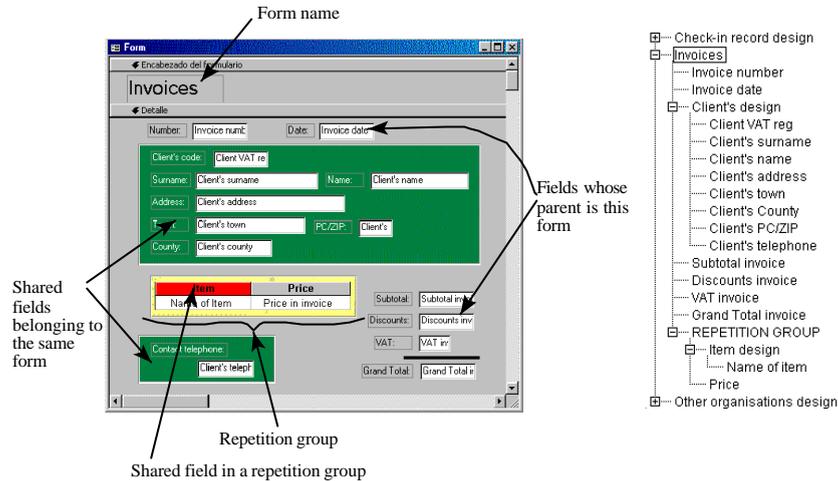


Fig. 1. Prototipo del diseño “Facturas” y árbol de campos asociado

Aunque cae fuera del propósito de este trabajo, pero con objeto de ofrecer una visión general del alcance y potencia real de la aplicación, comentar brevemente que las posibilidades no se reducen tan sólo a la creación de estructuras (tablas relacionales o estructuras persistentes) que sean capaces de almacenar datos introducidos por el usuario mediante formularios diseñados por él mismo, sino también a permitir gestionar diversas situaciones dependiendo de las características que posean los datos introducidos (basándose en *restricciones* que deban cumplir los datos y que podemos clasificar en: *relaciones* comunes, restricciones de campo, de formulario, de familia y de la base de datos), el manejo de *campos calculados*, la *gestión y uso de los formularios*, la realización de *consultas*, e incluso la *actividad automática* de la base de datos. El sistema también podría mejorarse con otras posibilidades como el uso de un *digitalizador*, la incorporación de *más componentes visuales* que permitan mejorar el aspecto de los formularios, la especificación del *orden de relleno* de un formulario, etc. Por último, recalcar que el usuario no es el responsable de crear las relaciones en la base de datos, sino que estas se crearán solas, de forma “inteligente”. Más detalles en [7,8].

### 3 Heurísticas y principios básicos de diseño. Modelo a aplicar

Para poder comprender el porqué de las heurísticas y principios de diseño que consideramos básicos, y que conducirán al modelo de diseño más apropiado para CBD, necesitamos comenzar concretando el tipo de usuarios al que en principio va dirigida: inexpertos en el uso del ordenador y sin conocimientos en el tema de las

bases de datos, pero con un alto grado de experiencia y gran facilidad en el diseño y uso de formularios, estando muy familiarizados tanto con los elementos o componentes que suelen aparecer en ellos como con las herramientas que utilizan para diseñarlos y rellenarlos; por ello:

1. Emplearemos un modelo de interfaz orientado a “*metáforas*” que considere todas estas ideas, elementos y herramientas que ya conoce sobradamente el usuario, ofreciéndole así un entorno de trabajo especialmente familiar, fácil y “cotidiano”. Los gráficos e imágenes empleados para ello deberán estar especialmente cuidados y representar de forma clara al concepto que referencian.
2. La *manipulación directa* proporcionará al usuario la sensación de que es él quien controla directamente los objetos representados por el ordenador, viendo en pantalla lo que está haciendo y sintiendo que puede apuntar y tocar lo que ve, mediante un dispositivo apuntador como el ratón.
3. La forma genérica de actuación será del tipo “*primero el sujeto - después la acción*”, es decir, el usuario seleccionará un objeto de su interés (el sujeto) y entonces elegirá las acciones a realizar sobre el sujeto, por ejemplo desde una barra de menús, menús contextuales o ventanas de diálogo que muestren todas las acciones disponibles para el sujeto, de manera que un usuario no muy seguro de qué tareas puede realizar o qué es lo que viene después, pueda examinar estos menús para averiguarlo. Conseguiremos también que el usuario no tenga que recordar nombres particulares de comandos o pulsaciones de teclas.
4. Se ofrecerá al usuario (inexperto) la posibilidad de solicitar la ayuda de un “*asistente*” que le guíe durante el proceso de realización de objetivos, invirtiendo la forma de actuación que pasará a ser del tipo “*primero la acción - después el sujeto*”, facilitándole así la toma de decisiones al presentarle de una manera clara las alternativas existentes, para que él decida qué desea hacer y posteriormente, sobre qué objeto.
5. Se deberá realizar al usuario un *desvelado progresivo* de las posibilidades de la aplicación, presentando las opciones básicas y más comunes mientras inicialmente se ocultan las más complejas o las informaciones adicionales, pero dejando siempre una vía de acceso a ellas y pistas sobre cómo encontrarlas. Ello permitirá reducir la complejidad y desarrollar una interfaz fácil de usar para los inexpertos (nuestro usuario tipo) pero que a su vez, contendrá los elementos y posibilidades que exige el experto.
6. Se tratará de evitar el uso de *modos*, diálogos o situaciones que restrinjan el acceso al resto de funciones, ya que esto bloqueará al usuario (especialmente al experto) en una operación y no le permitirá *trabajar en tareas distintas simultáneamente*, hasta que haya completado la tarea en curso. Para aquellas situaciones en las que se consideren adecuados o necesarios, deberá existir una indicación clara del modo en que se está y deberá ser fácil para el usuario el entrar y salir de él.
7. Se mantendrá informado al usuario de los aspectos relevantes en los que él puede actuar o intervenir y que puedan modificar el resultado de su producto, y le daremos *respuesta* a sus acciones lo más *inmediatamente* posible. Cuando este inicie una acción, puede ser conveniente mostrarle algún diálogo o indicador, visual o auditivo (o ambos) de que la aplicación ha recibido su solicitud y está operando sobre ella, cómo se va desarrollando la misma, y cuánto le queda para ser acabada. Cuando la aplicación no pueda responder a una solicitud porque esté

ocupada con otra, deberemos también informar al usuario de que debe esperar y describirle el motivo del retraso, por qué ocurre y cuánto tiempo llevará, así como indicarle alguna forma de salir de la situación si fuese posible.

8. Las *indicaciones* (visuales o auditivas), *mensajes* de error y los *diálogos* de alerta deberán ser *claros* y directos. Será primordial evitar que el usuario tenga que invertir esfuerzos en “descifrar” códigos de error o de alerta, o el significado de un sonido o de un indicador, pues seguramente conseguiríamos disminuir su confianza y alejarlo de la aplicación.
9. Se ofrecerá un alto grado de *tolerancia al arrepentimiento*, permitiendo que la mayoría las acciones sean reversibles, que se puedan *deshacer*, con objeto de animar a los usuarios a utilizar y explorar la herramienta.
10. Se advertirá al usuario mediante *diálogos de alerta* de aquellas situaciones en las que pudiera destruir datos o relaciones entre ellos, permitiéndole, en todo caso, continuar con ellas, si así lo confirma.
11. Se asegurará que lo que el usuario vea en su pantalla (por ejemplo, un formulario) y lo que obtendrá al solicitar su impresión sean prácticamente idénticos (*WYSIWYG*). De esta manera el usuario asumirá el control del aspecto de sus trabajos y resultados, sin que tenga que calcular mentalmente cómo quedarían finalmente cuando los mande a imprimir.
12. Se deberá proporcionar una *sensación de estabilidad visual* y la existencia de elementos que se hagan *familiares* y que no aparezcan y desaparezcan constantemente de la interfaz, para no desconcertar al usuario. Por ejemplo, cuando alguna opción no sea utilizable, no deberá desaparecer cambiando la posición de las demás, sino seguir en su sitio, aunque inhabilitada.
13. Se perseguirá la *integridad estética*, organizando adecuadamente la información y buscando siempre que sea consistente con los principios del diseño visual.
14. Se intentará aprovechar, caso de existir, los conocimientos y habilidades que el usuario pueda tener en el uso de otras aplicaciones informáticas, para transferirlos al uso de CBD (o viceversa). La *consistencia*, tanto en la apariencia de la interfaz gráfica como en el comportamiento de la misma y con el resto de herramientas del mismo ámbito y siguiendo las líneas directivas del sistema operativo, permitirá atraer a aquellos usuarios que aún no siendo (o siéndolo) expertos en el uso del ordenador y de las bases de datos, pero con alguna iniciación, encontrarán que la interacción con esta herramienta se les hace especialmente fácil, con lo que abrimos el abanico de posibles usuarios de la misma.

Todas estas heurísticas y características básicas nos conducen al *Modelo de Procesador Humano* (especialmente fácil de reflejar mediante una técnica GOMS) [2]. Esto nos llevará a aplicar a CBD un *modelo de interfaz orientado a metáforas y controlado mediante manipulación directa con elementos WIMP* (Ventanas, Iconos, Menús desplegables y Ratón) [4].

#### 4. Análisis y modelado formal de las tareas básicas

De entre las técnicas y modelos de ingeniería existentes para el *diseño y evaluación* de interfaces de usuario usables y de la interacción persona-ordenador [4], los más

extendidos son los *modelos GOMS* (Goals, Operators, Methods, and Selection rules) [10,11,12], basados en el *Modelo de Procesador Humano*, e inicialmente propuestos por Card, Moran y Newell [2]. Básicamente, un modelo GOMS describe las tareas que el usuario puede llevar a cabo con el sistema, en términos de una jerarquía de *objetivos* y *subobjetivos*, *métodos* (secuencia de *operadores* o acciones básicas que deben ser ejecutadas para alcanzar el objetivo), y *reglas de selección* (permiten decidir o escoger el método a utilizar para alcanzar un objetivo concreto, si se da el caso de poder elegir entre varios).

Estos modelos pueden utilizarse en distintas etapas (y con distintos objetivos) del desarrollo de un sistema: tras la implementación final del mismo, después de la especificación del diseño, y como modelos “generativos” durante el propio proceso de análisis y diseño de la interfaz [3,9,13,14], como en el caso que nos ocupa.

Aclarar que no pretendemos presentar aquí el modelo completo, sino aquella parte que concierne a la *principal tarea* del usuario: la creación y *diseño de formularios básicos*. Iremos realizando un breve *análisis* y descripción de estas *tareas* y de la funcionalidad del sistema con objeto de identificar y describir *qué* objetivos puede llegar a tener el usuario, al mismo tiempo que se irá presentando el modelo GOMS que refleja *cómo* se pueden satisfacer estos objetivos (*procedural knowledge*) sin considerar los detalles de bajo nivel. Utilizaremos una técnica similar a CMN-GOMS [1,11], pero con pequeñas modificaciones de forma y terminología, fácilmente interpretables, destacando que:

1. El símbolo ‘>’ precediendo a un objetivo indica que éste ha sido expandido.
2. *repetir*: el objetivo se puede abordar 0, 1 o más veces, según la condición.
3. Omitiremos las especificaciones o condiciones que no consideremos necesarias.
4. Referenciaremos heurísticas o propiedades descritas en la Sec. 3, mediante: (*h#*).
5. Los objetivos no expandidos podemos considerarlos operadores de alto nivel.
6. No reflejaremos las tareas de verificación, ni el tratamiento de errores.

Con objeto de ofrecer una visión general de lo que sería el modelo completo, comenzaremos presentando el “esqueleto” de la tarea de más alto nivel e iremos descomponiéndola hasta llegar a la subtarea que nos interesa:

```
Método para el obj: CREAR BASE DE DATOS
  ACTIVAR COMANDO: CREAR-BD
  decidir ACTIVAR COMANDO: ASISTENTE si se desea ayuda del sistema
  (aunque sólo se especifica aquí, siempre estará accesible)
  >ESPECIFICAR INFORMACION BASICA DE LA BD
  repetir >TRABAJAR CON LA BD hasta terminar...
  CERRAR LA BD
Método para el obj: ESPECIFICAR INFORMACION BASICA DE LA BD
  ESPECIFICAR NOMBRE A LA BD
  ESPECIFICAR DONDE GRABAR LA BD
  ESPECIFICAR FORMATO GRABACION DE LA BD
Regla de selección para el Método para el obj: TRABAJAR CON LA BD
o: >TRABAJAR CON FORMULARIOS si...
o: (otras posibilidades no reflejadas en este modelo)
Método para el obj: TRABAJAR CON FORMULARIOS
  ACTIVAR COMANDO: TRABAJAR-CON-FORMULARIOS
  repetir >TRATAR FORMULARIO hasta terminar...
```

Distinguiremos dos estados o MODOS fundamentales DE TRABAJO con CBD: *diseño* (creación o modificación de *tipos de formularios* o diseños), y *utilización* (gestión de las fichas o formularios asociados a un diseño: rellenado de fichas, modificación, borrado, consultas, etc.) que no consideraremos en este artículo, aun siendo de primordial importancia en el proceso de rediseño, si consideramos los diseños como prototipos.

```
Regla de selección para el obj: TRATAR FORMULARIO
o: >CREAR NUEVO DISEÑO si se desea crear un nuevo diseño
o: >DISEÑAR si se desea trabajar en un diseño ya existente
o: UTILIZAR si se desea trabajar con los formularios de un diseño
o: CERRAR FORMULARIO si...
o: (otras posibilidades no reflejadas en este modelo) (h5)
o: >TRABAJAR CON LA BD si se desea iniciar otra tarea (h6)
Método para el obj: CREAR NUEVO DISEÑO
ACTIVAR COMANDO: INICIAR-NUEVO-DISEÑO
ESPECIFICAR NOMBRE DEL NUEVO DISEÑO
>ESCOGER METODO DE CREACION DEL NUEVO DISEÑO
>TRABAJAR EN EL DISEÑO
```

Aunque generalmente la creación de nuevos diseños se realizará partiendo de diseños en blanco o vacíos, dadas las características cooperativas de la herramienta reflejaremos al menos la posibilidad de que un diseño creado previamente pueda emplearse como punto de partida para el nuevo que se desea realizar (y que pasará a pertenecer a una familia ya existente). En este caso, CBD, apoyándose en su SGF deberá controlar la existencia de conflictos de todo tipo (dominios, cardinalidad de relaciones, etc.), lo que podría implicar la presentación al usuario de diálogos para el conocimiento, manejo y gestión de dichas situaciones y conflictos.

```
Regla selección para obj: ESCOGER METODO DE CREACION DEL NUEVO DISEÑO
o: ACTIVAR COMANDO: CREAR-DISEÑO-VACIO si...
o: PARTIR DE DISEÑO EXISTENTE si se desea copiar diseño ya existente
o: OBTENER DISEÑO DESDE DIGITALIZADOR si...
Método para el obj: DISEÑAR
SELECCIONAR DISEÑO DESEADO (h3)
ACTIVAR COMANDO: ABRIR-DISEÑO
>TRABAJAR EN EL DISEÑO
```

En *diseño*, el TRABAJO BÁSICO consistirá en la incorporación de los elementos o campos propios del formulario, la modificación de los mismos, la incorporación de componentes ya existentes en otros diseños (compartición de datos, lo que puede implicar de nuevo a un proceso de resolución de conflictos), y el establecimiento (o el proceso inverso) de grupos de repetición.

```
Método para el obj: TRABAJAR EN EL DISEÑO
repetir >REALIZAR TAREA EN DISEÑO hasta terminar...
Regla de selección para el obj: REALIZAR TAREA EN DISEÑO
o: >INSERTAR COMPONENTE si...
o: >MODIFICAR ELEMENTO/S si...
o: >ESTABLECER GRUPO DE REPETICION si...
o: >DESHACER GRUPO DE REPETICION si...
o: TRABAJAR CON FICHAS si se desea cambiar al modo utilización (h6)
o: >TRABAJAR CON LA BD si se desea iniciar otra tarea distinta(h6)
o: (otras posibilidades no consideradas)
```

Regla de selección para el obj: INSERTAR COMPONENTE  
 o: >INSERTAR NUEVO ELEMENTO  
     si es un nuevo elemento que no existe en otro diseño  
 o: >INSERTAR COMPONENTE/S DE OTRO DISEÑO  
     si ya existe en otro diseño (compartición de datos)

Para la incorporación de los *elementos* o campos *específicos de un diseño* se equipará a CBD con todas aquellas opciones que tiene su correspondiente homólogo en un formulario en papel, aunque explotando las características que distinguen a las Interfaces Gráficas de Usuario actuales, como: *etiquetas, cuadros de texto, grupos de opciones alternativas, casillas de verificación, y cuadros combinados.*

Método para el obj: INSERTAR NUEVO ELEMENTO  
 decidir ACTIVAR COMANDO: MOSTRAR-ELEMENTOS si no están visibles  
 ESCOGER EL ELEMENTO A INSERTAR (h3)  
 INSERTAR EL ELEMENTO EN EL LUGAR DESEADO  
 >DEFINIR ELEMENTO INSERTADO

Regla de selección para obj: ESCOGER ELEMENTO A INSERTAR  
 o: ACTIVAR COMANDO: INSERTAR-ETIQUETA si...  
 o: ACTIVAR COMANDO: INSERTAR-CUADRO-TEXTOSi...  
 o: ACTIVAR COMANDO: INSERTAR-CUADRO-COMBINADO si...  
 o: ACTIVAR COMANDO: INSERTAR-GRUPO-OPCIONES-ALTERNATIVAS si...  
 o: ACTIVAR COMANDO: INSERTAR-CASILLA-VERIFICACION si...  
 o: INSERTAR OTROS ELEMENTOS VISUALES si... (h5)

Método para el obj: DEFINIR ELEMENTO: ETIQUETA  
 ESPECIFICAR ETIQUETA

Método para el obj: DEFINIR ELEMENTO: CUADRO-TEXTO  
 ESPECIFICAR ETIQUETA DEL CUADRO-TEXTO  
 ESPECIFICAR ATRIBUTO DEL CUADRO-TEXTO  
 repetir DEFINIR RESTRICCIÓN ELEMENTO: CUADRO-TEXTO hasta terminar

Método para el obj: DEFINIR ELEMENTO: CUADRO-COMBINADO  
 DEFINIR LISTA DE VALORES DEL CUADRO-COMBINADO  
 ESPECIFICAR NUMERO FILAS A PRESENTAR  
 ESPECIFICAR ETIQUETA DEL CUADRO-COMBINADO  
 ESPECIFICAR ATRIBUTO DEL CUADRO-COMBINADO  
 repetir DEFINIR RESTRICCIÓN CUADRO-COMBINADO hasta terminar

Método para el obj: DEFINIR ELEMENTO: GRUPO-OPCIONES-ALTERNATIVAS  
 DEFINIR LISTA DE VALORES DEL GRUPO  
 ESPECIFICAR OPCIÓN PREDETERMINADA DEL GRUPO  
 ESPECIFICAR ESTILO DEL GRUPO  
 ESPECIFICAR ETIQUETA DEL GRUPO  
 ESPECIFICAR ATRIBUTO DEL GRUPO

Método para el obj: DEFINIR ELEMENTO: CASILLA-VERIFICACION  
 ESPECIFICAR ESTILO DE LA CASILLA  
 ESPECIFICAR ETIQUETA DE LA CASILLA  
 ESPECIFICAR ATRIBUTO DE LA CASILLA

Regla de selección para el obj: MODIFICAR ELEMENTO/S  
 o: MODIFICAR POSICIÓN si...  
 o: MODIFICAR TAMAÑO si...  
 o: >MODIFICAR PROPIEDADES ELEMENTOSi...  
 o: MODIFICAR RESTRICCIONES ELEMENTO si...

Método para el obj: MODIFICAR PROPIEDADES ELEMENTO  
 SELECCIONAR ELEMENTO (h3)  
 >DEFINIR ELEMENTO

La incorporación de elementos que ya existen en otro diseño (COMPARTICIÓN DE DATOS) puede realizarse en principio de dos formas distintas, que difieren

básicamente en la forma de seleccionar dichos elementos: utilizando el árbol de campos (apropiado para un usuario familiarizado con dicho concepto) o desde el propio diseño que los contiene (más adecuado para un usuario inexperto).

```
Regla de selección para el obj: INSERTAR COMPONENTE/S DE OTRO DISEÑO
  o: >UTILIZAR EL ARBOL DE CAMPOS si este se maneja este concepto
  o: >UTILIZAR LA VENTANA DE SELECCION DE DISEÑOS en caso contrario
Método para el obj: ESCOGER DEL ARBOL DE CAMPOS
  decidir ACTIVAR COMANDO: MOSTRAR-ARBOL-DE-CAMPOS si no está visible
  SELECCIONAR COMPONENTE/S A COMPARTIR DEL DISEÑO SUBORDINADO(h3)
  COPIAR SELECCION EN FORMULARIO EN DISEÑO
Método para el obj: ESCOGER DE LA VENTANA DE SELECCION DE FORMULARIOS
  decidir ACTIVAR COMANDO: MOSTRAR-VENTANA-SELEC-DISEÑOS si no visible
  SELECCIONAR FORMULARIO SUBORDINADO QUE CONTIENE LOS DATOS A COMPARTIR
  SELECCIONAR COMPONENTE/S A COMPARTIR DEL DISEÑO SUBORDINADO (h3)
  COPIAR SELECCION EN FORMULARIO EN DISEÑO
```

En fase de *diseño*, para indicar que cierto grupo de atributos puede aparecer repetido, primero deberemos incorporar cada uno de ellos al diseño, y a continuación, marcarlos como agregados (estableciendo así un GRUPO DE REPETICIÓN simple) En este momento, todos los atributos del grupo se colocarán alineados en formato tabular. Aquellos que procedan a su vez de otro diseño aparecerán con su etiqueta en el color correspondiente, según describimos en la sección 2. También se podrá deshacer un grupo o parte de él (los elementos expulsados no serán eliminados, sino que volverán a ser componentes propios del diseño que contiene o contenía al grupo).

```
Método para el obj: ESTABLECER GRUPO DE REPETICION
  repetir INSERTAR NUEVO COMPONENTE hasta que el diseño contenga todos
    los componentes que se desea que integren el grupo
  SELECCIONAR COMPONENTES QUE VAN A INTEGRAR EL NUEVO GRUPO (h3)
  ACTIVAR COMANDO: MARCAR-COMO-AGRAGADOS
  ESTABLECER NUMERO DE FILAS SIMULTANEAS A PRESENTAR AL USAR FORMULARIO
Método para el obj: DESHACER GRUPO DE REPETICION (n3)
  SELECCIONAR GRUPO-REPETICION
  decidir SELECCIONAR COMPONENTES si no...deshacer todo el grupo(h3)
  ACTIVAR COMANDO: DESMARCAR-COMO-AGREGADOS
  repetir MODIFICAR POSICION hasta que los componentes expulsados del
    grupo estén en la posición deseada
```

## 5. Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo hemos presentado CBD, una ambiciosa herramienta orientada al usuario para su participación en el diseño cooperativo de bases de datos, de la que podemos destacar tres características fundamentales: facilidad en el diseño de los componentes de información necesarios, cooperación en el diseño de componentes utilizados por múltiples usuarios, y transparencia sobre los aspectos puramente de ingeniería de la base de datos.

A ello contribuye en gran medida, como hemos visto, tanto el modelo de datos propio que soporta, MSF (validado en casos reales con personas con conocimientos muy básicos de manejo de ordenadores, habiéndose obtenido mejores resultados que con el resto de modelos tradicionales), como su SGF (actualmente en desarrollo)

Sin embargo, esto no es suficiente para llegar a alcanzar el éxito real que auguramos a CBD, por lo que se hace fundamental dotarla de una interfaz de usuario cuyas características principales sean la “usabilidad” y la “facilidad de aprendizaje”. Por ello, tras describir los fundamentos y componentes básicos de la herramienta, hemos abordado el proceso de diseño de dicha interfaz, establecido primero las heurísticas y propiedades consideradas fundamentales en función del tipo de usuario al que en principio va dirigida, y que nos han conducido hacia el modelo de diseño más apropiado: el Modelo de Procesador Humano y a una interfaz orientada a metáforas y controlada mediante manipulación directa con elementos WIMP.

Por último, y dado la limitación de espacio de este artículo, nos hemos centrado en el análisis y formalización de las tareas fundamentales del usuario: el diseño de formularios, presentando el modelo GOMS más adecuado de entre las alternativas barajadas, y en el que está basado nuestro prototipo real de interfaz de CBD.

Nuestros siguientes trabajos estarán encaminados a la obtención de la herramienta y su interfaz de usuario final, que además de las cualidades que ya posee en cuanto a estar realmente orientada al usuario y eximirlo de conocimiento alguno en el tema de las bases de datos, satisfaga nuestras pretensiones de “usabilidad” y “facilidad de aprendizaje”, para lo cual, someteremos al prototipo actual a un proceso de evaluación a varios niveles y en varias etapas: realización de predicciones (a priori) a partir del modelo GOMS completo, análisis de la Complejidad Estática y Dinámica [4] y si se considera necesario, emplearemos técnicas empíricas.

## Referencias

1. Card, S., Moran, T., Newell, A.: Computer text -editing: An information processing analysis f a routine cognitive skill. *Cognitive Psychology*, 12, 32-74. (1980).
2. Card, S., Moran, T., Newell, A.: *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum. (1983).
3. Diaper, D. (ed.): *Task analysis for human-computer interaction*. Chicester, U.K.: Ellis Horwood. (1989).
4. Falgueras, J.: *Usabilidad informática; Diseño actual de la interfaz de usuario*. Tesis doctoral. Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación. Universidad de Málaga. (2000).
7. Guevara, A.: *Planning Methodology of information Systems under cooperative design*. *Computer Science 2*, Ed. Ricardo Baeza Yates, Plenum Press, New York (1993).
8. Guevara, A., et al.: CASE CDFD: A Cooperative Data Flow Diagram Tool. *International Journal of Computer and Engineering Management*, vol. 3, n° 1: pgs. 14-21. Enero-Abril, (1995).
9. Gálvez, S.: *Participación del usuario en el diseño cooperativo de bases de datos*. Tesis doctoral. Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación. Universidad de Málaga (2000).
10. Gálvez, S., Guevara, A., Aguayo, A., Caro, J.L.: “Forms Management System”. 3rd East European Conf. on Advances DataBases and Information Systems. Maribor, Eslovenia. Septiembre, 1999. (1999).
11. Gould, J.D.: How to design usable systems. In M. Helander (Ed.), *Handbook of human-computer interaction*. Amsterdam: North-Holland. 757-789. (1988).
12. John, B.E., Kieras, D.E.: *The GOMS family of analysis techniques: Tools for design and evaluation*. Carnegie Mellon University School of Computer Science Technical Report No. CMU-CS-94-181. (1994).

13. John, B.E., Kieras, D.E.: The GOMS family of user interface analysis techniques: Comparison and contrast. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, Vol3, No.4, December 1996, pp 320-351. (1996).
14. John, B.E., Kieras, D.E.: Using GOMS for User Interface Design and Analysis: Which Technique? *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, Vol3, No.4, December 1996, pp 287-319. (1996a).
15. Kieras, D.: Task Analysis and the Design of Functionality. To appear in *Handbook of Computer Science and Engineering*. Boca Raton, Florida: CRC Press. (in press).
16. Kirwan, B., Ainsworth, L.K.: *A guide to task analysis*. London: Taylor and Francis.
17. Kroenke, D.M.: *Database Processing, Fundamentals, Design and Implementation*". 5<sup>th</sup>ed. Prentice-Hall. (1996).

# Implantación de puntos interactivos universitarios, terminales de autoservicio multimedia

A. B. Gil\*, J. M. Sánchez\*\*, F. J. García\*, G. Sánchez\*\*\*, V. Prior\*\*\*\*,  
F. Martínez\*\*\*\*

\* Departamento de Informática y Automática – Facultad de Ciencias

\*\* Secretaría General

\*\*\*Centro de Proceso de Datos (C.P.D)

Universidad de Salamanca

{abg, mati, fgarcia, gsh}@usal.es

\*\*\*\* Banco Santander Central Hispano

vprior@grupo.bsch.es, fmg6@bancosantander.es

**Resumen:** Es bien conocido que uno de los agentes más importantes de la sociedad actual es la información. Las llamadas nuevas tecnologías abren posibilidades de transmisión de la información en aspectos tan cotidianos como en el ámbito administrativo. Hay pocas actividades humanas en que no tenga incidencia de forma directa o indirecta la informática. Esto requiere dar un nuevo enfoque en la interacción y la gestión de estas tareas. En este artículo se presenta el desarrollo del proyecto de implantación de terminales de autoservicio para la información universitaria en la Universidad de Salamanca con la colaboración del Banco Santander Central Hispano. Se intenta facilitar el acceso virtual tanto para tareas de tipo administrativo y académico como de tipo personal, en una red de 13 puntos distribuidos en todo el ámbito de la universidad.

**Palabras clave:** Puntos Interactivos, teleservicio, interacción persona-ordenador, usabilidad, interfaces multimedia.

## 1 Introducción

La búsqueda de una mejora continua en la organización y gestión de la información y su acceso inmediato y dinámico a toda la comunidad universitaria, ha hecho que la Universidad de Salamanca con el inicio del curso 2000/2001 haya puesto en marcha la implantación de una serie de Terminales de Auto Servicio (TAS), de manera que alumnos, profesores y personal de la Universidad tengan acceso directo a consultas tanto de carácter propio como general.

La incorporación de estos dispositivos en los distintos centros de la Universidad tiene como objetivo facilitar a la comunidad universitaria una serie de informaciones y asistencias que con los métodos tradicionales, estaban limitados a los horarios de oficina, ejemplo de ello son las consultas al expediente académico por parte de los alumnos y las consultas a listas de clase de los docentes... Estos dispositivos abren una nueva y atractiva alternativa a la promoción corporativa, ya que en su interior cuentan con un potente equipo multimedia.

Cada persona de la comunidad universitaria posee una Tarjeta Inteligente personal, denominada Carné Universitario Polivalente (CUP). Su uso permite, además de una identificación, el acceso a instalaciones, préstamo de libros y actividades propias de la Universidad. Otra de las utilidades del CUP es la de permitir un acceso personalizado a los PIUs (Puntos Interactivos Universitarios), donde el usuario puede consultar toda la información requerida navegando a través de los distintos servicios que se ofrecen.

El manejo de estos puntos de información es sencillo, basado en una pantalla táctil, que se completa con un teclado alfanumérico, para dar cabida a la oferta de servicios que incluyen accesos a correo electrónico, información general, expedientes académicos, tarjeta monedero...

Existen experiencias en otros sectores, entre las que destaca el financiero, que, desde hace dos décadas, viene utilizando dispositivos similares, los cajeros automáticos, como un canal más de distribución de sus productos y servicios a su clientela, ampliando la cobertura geográfica y horaria de atención a la misma. En el sector financiero han supuesto una revolución muy significativa, hasta el punto de que, desde hace algunos años, algunas operaciones se realizan mayoritariamente en estos equipos (los reintegros de dinero). Si bien la Universidad es menos intensiva en tecnología, la oportunidad que los administrativos manuales que todavía se realizan.

En este artículo se hace una descripción de las distintas tareas llevadas a cabo en la implantación de los PIUs en la Universidad de Salamanca. Partiendo de la arquitectura del sistema que los soporta, se verán después PIUs suponen en la misma es también significativa, dado el volumen de procesos los servicios que ofrecen. A continuación se detallan una serie de consideraciones sobre el diseño de la interfaz y validaciones de uso, terminando con las conclusiones que se derivan de este proyecto y consideraciones futuras.

## 2 Arquitectura del sistema

La estructura que da soporte a los PIUs está montada sobre la red IP de la propia Universidad. Esta Red IP, conecta el distrito universitario de la Universidad de Salamanca configurado por Centros en Salamanca, Béjar, Zamora y Ávila. Los enlaces de la red IP de Salamanca con Ávila, Zamora y Béjar se realizan a través de una *FRAME RELAY* de 2 Mbps.

La red de puntos de información consta actualmente de 13 nodos ubicados en distintos Centros de la Universidad. En Salamanca: Rectorado, Filología, Ciencias, Derecho, Farmacia, Edificio FES, Medicina, Educación, Bellas Artes/Psicología, Biología; en Ávila: E. Politécnica Superior; en Béjar, E.T.S. Ingenieros Industriales, y en Zamora, E. Politécnica Superior. De modo que los puntos montados sobre la red IP de la universidad tienen cobertura común en los cuatro núcleos. En el transcurso de este año la Universidad incrementará en 12 PIUs sus servicios, sin plantear esta ampliación ningún tipo de problema [3].

En este momento se están utilizando los equipos 5875 Non-Cash de NCR [4] que constan de un PC industrial con una unidad básica de acceso delantero compuesto por un procesador Pentium III a 450 Mhz, con 64 MB de RAM, *diskettera* 3,5 de 1.44MB, disco duro de 2,1 MB, CD-Rom x24, 4 MB de VRAM, tarjeta de sonido

Sound Blaster. Todo este equipamiento proporciona una sólida estructura Multimedia. Además, consta de un monitor táctil en color de 15" con capacidad antivandálica, un lector/grabador de tarjeta magnética e inteligente (*chip*) motorizado, teclado alfanumérico, Cifrador DES, Impresora de documentos térmica de 80 columnas con capacidad gráfica, tarjeta de red *Ethernet PCI TCP/IP*, licencia WOSA/XFS (*Windows Open System Architecture/Extension Financial Services*) y licencia *runtime* de herramienta *personas*<sup>ADE</sup> [5].

La aplicación de autoservicio está montada sobre el Sistema Operativo Windows NT Workstation 4, donde el entorno de desarrollo utilizado pertenece a aplicaciones *personas*<sup>ADE</sup> de NCR [5], que permite la construcción de aplicaciones de autoservicio multiplataforma, es decir, permite el cambio de plataforma hardware de un determinado vendedor a otro, siempre y cuando el nuevo proveedor proporcione su capa software de manejo de dispositivos (*Services Providers*) basado en el estándar WOSA/XFS, que garantizan la portabilidad de la aplicación.

En la siguiente ilustración se puede apreciar la configuración final de los elementos que componen la Red de Terminales de la universidad:

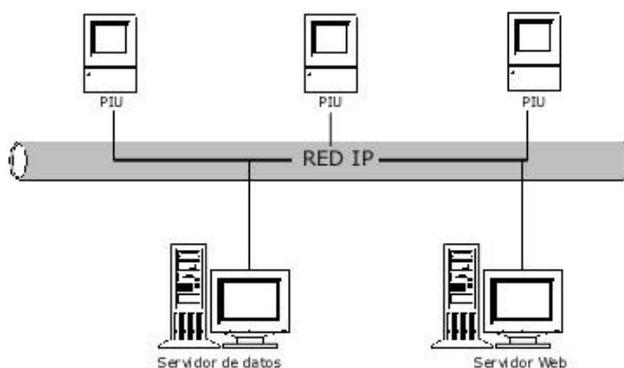


Figura 1: Esquema de la red de Terminales de Autoservicio

Además, dispone de una conexión permanente con el centro de información y control de la Universidad, de modo que actuaciones tales como la actualización de videos informativos, la actualización de los mensajes escritos y tareas de gestión del terminal (diagnóstico, configuración, estadísticas) se realizan sin desplazamientos de personal [3]. Esta conexión se realiza utilizando el protocolo FTP (*File Transfer Protocol*), que es gestionado por un servicio instalado en cada terminal, sobre Windows NT.

La actualización del software local de los terminales se realiza así de manera remota, tanto para la propia aplicación como para la modificación de información estática y gráficos. Para ello, debido a que los PIUs están en red y con el Sistema Operativo Windows NT Workstation 4, se copiará el fichero de actualización a cada uno de los terminales utilizando el protocolo FTP antes referido. Posteriormente, los terminales se reiniciarán automáticamente con el objeto de cargar nuevas versiones.

### 3. Servicios que ofrece

En una aplicación de este tipo es tan importante la información que se ofrece como el conducir al usuario a través de ella mediante un entorno intuitivo que cubra las necesidades de información básica de la comunidad universitaria.

Cada PIU incorpora un potente equipo multimedia en su interior que permite la utilización de todas las herramientas multimedia más actuales y una serie de facilidades de autoservicio [4]. Los contenidos y la configuración se establecen de forma coordinada entre varias unidades, siendo cargado en el terminal mediante su envío a través de la red IP, eliminando desplazamientos de instalación y de mantenimiento.

Cada terminal cuenta con dos tipos de acceso, de administrador y de usuario. El acceso al modo administrador se produce principalmente a través de la red IP según se ha descrito anteriormente y sólo en caso excepcional tendrá que abrir el terminal y cambiar a modo administrador mediante un interruptor. Esta última opción permite tener acceso físico para solucionar posibles problemas originados en el nodo y que no es posible solventar mediante acceso remoto [3].

Las prestaciones de los PIUs, además de facilitar la creación personalizada de atractivas interfaces para el usuario, permiten realizar un documental visual de la Universidad presentando, en estado de inactividad, vídeos de todos los Campus que conforman la Universidad de Salamanca. Este montaje está segmentado en dos diseños distintos que cambian cada minuto y medio para evitar que la pantalla del terminal se deteriore. Estos vídeos transmiten la visión complementaria de esta Universidad, un importante patrimonio artístico junto con la innovación y la modernidad de las más novedosas instalaciones. Constituye esto el carrusel de espera del PIU que, además de dar una visión artística, incluye una zona de avisos de actualidad.

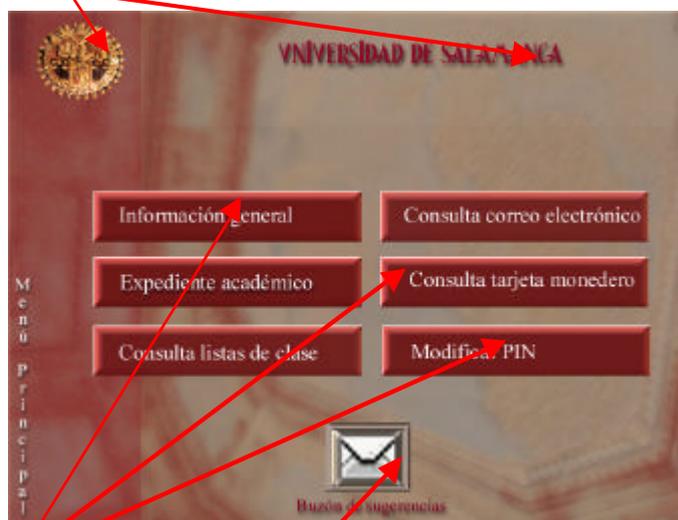
Una vez el usuario accede al PIU, la aplicación de acceso a la información estará dividida, en cuanto a filosofía de uso, en tres apartados, uno de Información Académica General, un segundo de Información Personal y un tercero que presenta información acerca de la tarjeta monedero que incluye el CUP.

A continuación se describe cada uno de los módulos de información:

- 1.- **Información General y/o Académica:** Carrusel presentación de la Universidad junto con una serie de opciones sobre los contenidos y datos más requeridos por los usuarios sobre la Universidad. Esta información será mostrada mediante un explorador de Web, incluido en *personas<sup>ADE</sup>* [5] y basado en el Microsoft Internet Explorer, que se conecta a un servidor Web de la Universidad. La idea en que se basa es ofrecer todos aquellos servicios que ya existen en el Web universitario (correo electrónico, Información general, acceso al portal universitario Universia, acceso al web de Banco Santander...)

El menú principal de acceso a toda la información en el terminal cuenta con seis accesos principales, distribuidos en dos áreas y en un lugar visible un acceso a buzón de sugerencias. La interfaz, que se maneja desde la pantalla táctil, aparece en la Figura 2:

Escudo e Identificación de la Universidad



Botón Buzón de Sugerencias

Opciones del menú

Figura 2: Ejemplo de pantalla de menú principal

2.- **Información Personal:** Consultas de carácter personal (calificaciones, expedientes, listas de clase, etc.) que requieren la utilización de la tarjeta inteligente, para la autenticación del usuario. Estas funcionalidades se incorporan mediante el siguiente procedimiento. Se Realiza el desarrollo de estas funciones mediante la herramienta *personas<sup>ADE</sup>* [5], residiendo la lógica de las mismas en el TAS y usando el protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) para el envío/recepción de mensajes a un servidor de la Universidad, que es el que proporciona los datos que muestra el PIU. Lo que hace es una llamada a una URL determinada, una vez se pasan como parámetros los datos necesarios para la consulta (opción seleccionada y datos de la tarjeta universitaria). Es decir, se muestran los resultados en el navegador, con un funcionamiento idéntico al de la WWW, pero con la particularidad de la inserción, lectura, paso de parámetros y expulsión de la tarjeta por parte de la aplicación. Además, gracias a que cada terminal cuenta con un lector/grabador de tarjeta inteligente, junto con un lector interno de tarjeta portaclaves, que permite el acceso seguro a la clave que protege el fichero del número secreto universitario grabado en la tarjeta, existe la posibilidad de que el usuario cambie este número secreto universitario en cualquier momento en la terminal.

Mediante el protocolo FTP se puede acceder a cada terminal para recuperar la información que se graba en él mismo, relativa al estado de

disponibilidad de cada equipo (mensajes de situación e incidencias de cada componente) y a estadísticas de la actividad registrada.

**3.- Información monedero:** Opciones de consulta del saldo y últimos movimientos sobre la tarjeta monedero (inteligente). En este caso, el desarrollo reside en local

Una vez detallados los servicios ofrecidos en cada PIU, se presenta a continuación la necesidad de una cuidada y sencilla interfaz de usuario que permita una navegación intuitiva y familiar a través de la información a que da acceso.

#### 4. Consideraciones sobre el diseño de la interfaz

La interacción posibilita personalizar las entradas y salidas del cliente a través de diferentes opciones que se han de valorar previamente en la fase inicial de cualquier proyecto, depurando en continuas interacciones y validaciones del producto en las siguientes fases[1]. El diseño adecuado de la interfaz de usuario es especialmente importante en sistemas que van a ser utilizados por una gran cantidad de personas con diferentes expectativas, como es el caso de los puntos de información.

Se ha tenido en cuenta que los usuarios potenciales son alumnos universitarios y personal, tanto docente como laboral, de la Universidad de Salamanca. Además, hay que considerar que el acceso a la información se hace a través de una terminal situada en algún lugar transitado de cada centro siendo los medios de interacción principales la pantalla táctil y el teclado alfanumérico.

Una vez valoradas todas estas cuestiones se ha elaborado una interfaz que facilita el intercambio de la información que se ha considerado útil en estas condiciones con los usuarios [2].

Se ha dotado a los PIUs de una interfaz de uso con un estudiado flujo interactivo de pantallas auxiliares, cuyas funciones serán las de servir de carrusel de presentación, avisar al usuario con posibles mensajes de errores, dando un soporte operativo a sus peticiones de información y continuos avisos para facilitar su manejo (“introduzca tarjeta”, “recoja tarjeta”, etc.).

Todas las pantallas llevan alguna referencia a la Universidad de Salamanca, tal como el logotipo o escudo de la misma, además de que todo el diseño gráfico ha tenido como base imágenes de la Universidad y de su patrimonio más destacado. Esto mantiene el cuidado de la imagen corporativa que da la Universidad de Salamanca a todos sus trabajos. Ofreciendo el apoyo a la *familiaridad* que el uso de la tipografía propia, cierta gama cromática y referencias visuales a edificios y lugares comunes infunde en el usuario.

La interfaz mantiene una homogeneidad y una base de usabilidad en el diseño, así a la hora de establecer en las pantallas áreas que representen botones u opciones de menú táctiles, se ha tenido en cuenta que su tamaño y separación de otras áreas debe ser suficiente para ser tocadas con un dedo sin que pueda llevar a dudar al usuario por la mala disposición o tamaño de estas áreas.

Del mismo modo se pretende en la interfaz la máxima sencillez, así, todas las pantallas tienen unas áreas identificables por el usuario como botones sobre la

pantalla táctil y que pueden ser pulsados. Estas áreas tienen la misma situación y tamaño en todas las pantallas que los contienen. Esta consistencia genera en el usuario un aprendizaje rápido e intuitivo en el uso de la interfaz, generando de este modo la familiaridad y utilidad con que se quería dotar a la aplicación.

Conscientes de que una aplicación, y aún más si está construida con fines informativos, debe de incluir una interfaz dinámica, esto es, inmediata, continua y reversible, se han generado flujos de pantallas donde el usuario pueda volver a jerarquías de menú superiores en cualquier momento sin más que pulsar un botón, desplazarse a través de niveles de jerarquía con completa reversibilidad, haciendo uso de la metáfora en la creación de iconos en los botones, que además tienen tal comportamiento (pulsado/inactivo). Esta inmediatez y continuidad en la interacción promueve el rápido aprendizaje y por tanto un alto grado de interacción.

Como ejemplo de estas características, en la Figura 3, se muestra una barra de navegación que cumple estas especificaciones:



Figura 3: Barras de Navegación

Se ha incluido en el menú Principal (Figura 2) una opción de acceso a un buzón de sugerencias, mediante la inclusión de *e-mail* anónimo al servidor, esto permite además capturar resultados de usabilidad y análisis de la operatividad de los PIUs de forma más personalizada.

Debido a que los PIUs han sido instalados con idea de dar cabida a un flujo de información continua y accesible, que afecte al mayor número de usuarios, ha sido necesario caracterizar temporalmente el flujo de pantallas. Es necesario determinar los tiempos máximos que se muestran las pantallas, o tiempos de espera (*timeout*) en caso de que el usuario no realice ninguna acción que produzca un cambio o evento sobre la aplicación.

Se han dividido los diferentes tiempos de espera según las categorías de las pantallas: Pantallas con menús o botones para seleccionar alguna opción, Pantallas que muestran datos resultado de una consulta de información personal o monedero, Pantallas que informan sobre algún error o interrupción en el proceso, Pantallas del carrusel y Explorador de la Web.

En este último punto, con accesos mediante Explorador Web, cabe destacar dos tiempos diferentes, el tiempo de inactividad del usuario y el Tiempo de navegación. Así, en el tiempo de inactividad del usuario se ha de fijar un período máximo, antes de salir del navegador, si el usuario no realiza ninguna acción sobre el explorador y por otro lado el tiempo de Navegación permitido a cada usuario en cada sesión, fijando el tiempo máximo que se le permite a un mismo usuario estar usando el

explorador de Web. Esto ha sido definido y permite que una persona se pase mucho tiempo usando sólo la conexión a Web y que cumplido ese tiempo, se vuelva al menú principal de la aplicación.

De forma comparada con otros equipos de otros sectores, como los cajeros automáticos del sector financiero, anteriormente referidos, cabe destacar que, exceptuando algunos cajeros, la interfaz de usuario de los PIUs instalados en la Universidad de Salamanca tiene un grado de usabilidad mucho mayor, dado el manejo intuitivo que permiten sus pantallas, en relación con el manejo de los cajeros, que es más "rígido", en base a teclas externas a la pantalla, (en estos equipos se "sacrifica" la usabilidad a favor de la rapidez de transacción y a menor coste de equipamiento). La interfaz superior de los PIUs se debe a la tecnología en que se soporta, principalmente pantalla sensible al tacto (*touchscreen*) y monitor color con una definición mucho mayor, lo que le proporciona mayores posibilidades multimedia [4].

## 5. Validación de uso

La importancia de la gestión de estos recursos, no oculta la relevancia que tiene una definición clara de los roles de usuario, que establezca unos criterios claros de accesibilidad al entorno y permitan un aprovechamiento del medio creado. Este es el motivo de un continuo seguimiento de la actividad en los puntos.

La aplicación de terminal de autoservicio permite configurar la toma de datos de acceso en los terminales, de manera que se puede tener información detallada del número de accesos en cada terminal, información requerida por el usuario, errores en el funcionamiento del equipo, captura de tarjetas...

Cada terminal recoge de manera continua la información correspondiente a las estadísticas de utilización de las diferentes opciones que son almacenadas en un fichero en el propio terminal. Este fichero de estadísticas puede ser recogido desde el ordenador central o desde cualquier otro equipo de la red, ya que los terminales disponen de un servidor de FTP. Una vez tomada la información de cada terminal, los datos obtenidos de su análisis podrán ser explotados por parte de la Universidad. Esto ofrece la posibilidad de captar información acerca del usuario y aprovechar estos datos para estrechar las relaciones con el mismo.

En la actualidad se han tomado datos de los accesos a los distintos servicios que ofrecen los PIUs correspondientes al período comprendido entre Octubre del 2000 y Febrero de 2001, proporcionados por los 13 terminales instalados. Cabe destacar que, aunque esta primera toma de estadísticas tiene su importancia en el proceso de validación del servicio, será necesario evaluar la actividad de los terminales a lo largo de un período mayor, para completar de forma más amplia el análisis donde la comparación de periodos asimilables dará más peso al estudio.

En la Figura 4 se muestra un gráfico que expone el número de accesos de las terminales a lo largo de los cinco primeros meses de implantación.

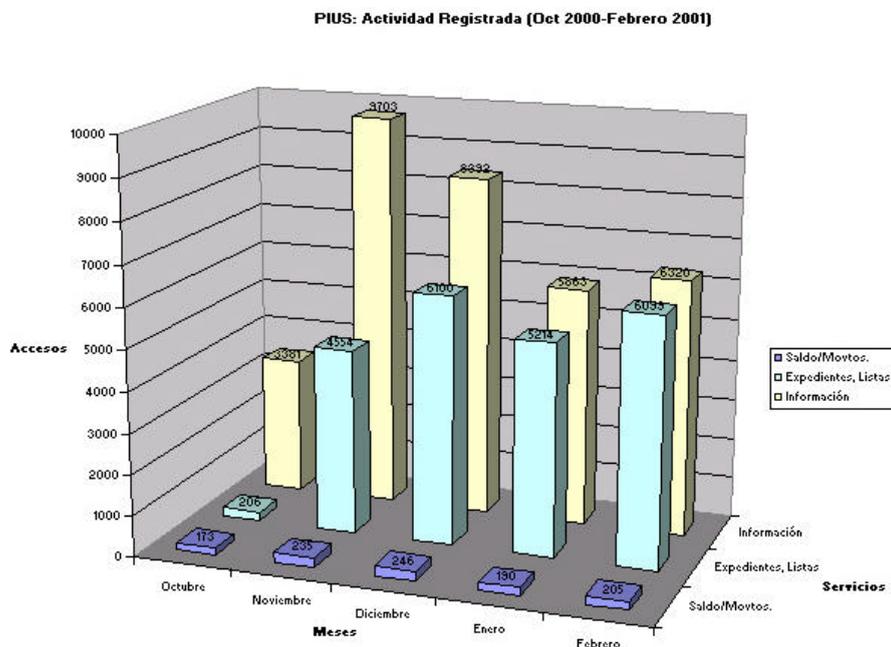


Figura 4: Actividad Registrada en los puntos de información

Se ha realizado un estudio detallando los accesos a Información Universitaria frente a la de consultas de saldo/movimientos de tarjeta monedero. Los servicios más requeridos son los relativos a Información Universitaria con cerca del 60% y Consultas Personales (Expedientes, Listas de Clase y Cambio de Número Secreto Universitario) en torno al 38% y con un índice considerablemente menor los de consulta a saldos/movimientos de la tarjeta monedero con el 2%.

Esto da una visión del grado de aceptación de los terminales en sus cinco primeros meses de servicio con un total de 56.881 accesos, que corresponde a una media de casi 4.375 accesos por equipo.

Es destacable como los accesos ascienden en el mes de Noviembre respecto al primer mes de implantación y en Diciembre suben ligeramente (Figura 5), a pesar de ser un mes donde la docencia se suspende durante casi dos semanas. La bajada de accesos en el mes de Enero con una pequeña subida en el de Febrero puede deberse además de ubicarse aún en periodo inicialmente vacacional y posteriormente de exámenes a la asimilación del impacto inicial que suponen la novedad de los terminales.

La Figura 5 presenta gráficamente los accesos globales a la red de terminales de información en el periodo referido:

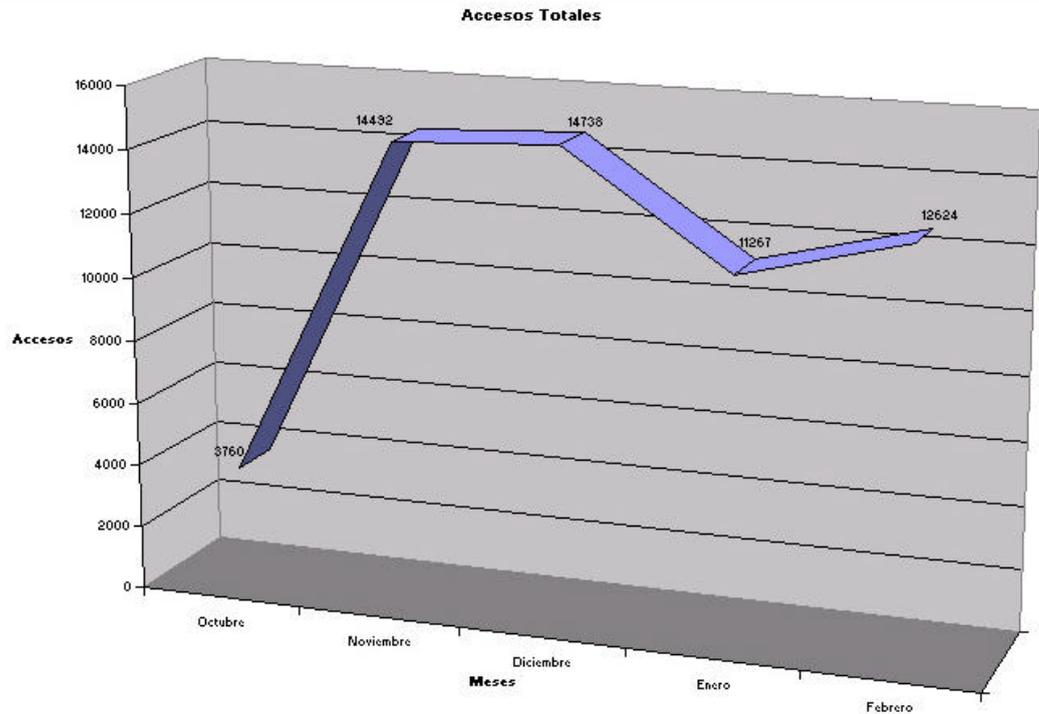


Figura 5: Accesos totales a los PIUs

La información cuya demanda crece de manera progresiva y continua es la relativa a consultas personales, verdadero núcleo del desarrollo e implantación de los terminales (Figura 4). Pero en cualquier modo el grado de aceptación y uso de los terminales supera los 10.000 accesos mensuales (Figura 5). De forma que la valoración que cabe hacer de estas estadísticas de uso es muy positiva.

Como en todo proceso dinámico, el estudio de usabilidad se verá reforzado cuando los estadios iniciales de implantación sean asimilados por periodos prolongados de recogida de datos y por tanto con mayor posibilidad de comparativa. De este modo se reforzará el papel estable, que ya se observa de los datos obtenidos, que los usuarios dan a los terminales de autoservicio como una opción establecida en el acceso a información universitaria.

## 6. Conclusiones

En este artículo se ha presentado una descripción del proyecto de implantación de puntos de información en la Universidad de Salamanca y de todas las tareas que ha sido necesario ir realizando y se están realizando en la actualidad.

La Universidad de Salamanca no es ajena a todas las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías, convirtiendo su implantación en el área de Servicios a la comunidad universitaria en una realidad.

Un trabajo de esta magnitud, engloba la coordinación de gran equipo de profesionales de distintas áreas. Así, llevar a cabo esta infraestructura de servicios interactivos a implicado por un lado una sólida colaboración entre el Banco Santander Central Hispano y la Universidad de Salamanca, coordinado desde la Universidad de Salamanca por la sensata y hábil labor de la Secretaría General. Dentro de la propia Universidad es importante destacar el trabajo desarrollado entre el Centro de Proceso de Datos (CPD), Departamento de Informática y Automática y Centro de Diseños Educativos y Tele-educación. Toda esta tarea ha sido llevada a cabo con éxito debido a la aceptación de este nuevo servicio por parte del colectivo universitario, principalmente de los alumnos.

El proyecto en esta fase está concluido, sin embargo la gran capacidad de adaptación del sistema posibilita plantearse líneas de trabajo futuro. De manera que además de modificar accesos a la información según la constante observación de las estadísticas de usabilidad, están previstos nuevos servicios como los pagos con tarjeta monedero, débito y crédito (pago de tasas, tarifas y otras actividades a partir de la tarjeta monedero) e incorporación de certificación electrónica, soportado en la tarjeta, para permitir una mejor autenticación de los procesos realizados en los PIUs.

## **7. Bibliografía**

- [1] A. Dix, J. Finlay, G. Abowd, R. Beale: *Human-Computer Interaccion*, 2ª ed.. Prentice Hall (1998).
- [2] A. Dix: *Formal Methods for Interactive Systems*,. Academic Press (1991).
- [3] Quiosco Multimedia persona ADE75. Manual del operador. NCR España, S.A. 1ª Edición-1998.
- [4] Soluciones NCR en Autoservicio. NCR España. Mayo de 1997.
- [5] Personas ADE, versión 02.03. Boletín de versión. NCR España. 1999.



# Un modelo interactivo ubicuo aplicado al patrimonio natural y cultural del área del Montsec

M. Sendín, J. Lorés, C. Aguiló, A. Balaguer

Departamento de Informática e Ingeniería Industrial.  
Universidad de Lleida, C/ Jaume II 69, Lleida, España  
Tlf: 973.702.700 Fax: 973.702.702  
e-mail: {msendin, jesus}@eup.udl.es  
{carles, xandra}@griho.net  
URL: <http://www.udl.es/dep/diei>

**Resumen.** En este artículo presentamos un entorno multimedia móvil y sensible al contexto, aplicado al patrimonio natural y cultural del área del Montsec. Se trata de una propuesta basada en una arquitectura ubicua, uno de los paradigmas de interacción emergentes hoy en día, y que Alan Kay denomina "Tercer Paradigma de computación" [1]. El Montsec es un macizo situado en el prepirineo de Lleida (España), caracterizado por su extraordinaria y polifacética riqueza.

La disponibilidad de un terminal por parte de cualquier visitante del parque permitirá identificar al usuario y ofrecerle todo tipo de información adaptada a sus necesidades de consulta y guía interactiva, la cual estará personalizada según el perfil, posicionamiento geográfico y historial del usuario. Esto convierte nuestro sistema de información en un valioso material multimedia itinerante que cumple con las características de un sistema ubicuo. Se pretende que toda la zona a visitar se comporte como un verdadero "espacio interactivo".

**Palabras clave:** computación ubicua, escenarios, manipulación directa, interacción asistida, agente de la interfaz.

## 1. Introducción

La esencia de los nuevos paradigmas de interacción radica en trasladar la computación, hasta ahora focalizada en el ordenador, al mundo real, de forma que se pueda capturar y extraer información de cualquier movimiento o acción del usuario en su actividad normal.

Así pues, la zona interactiva deja de estar limitada a la pantalla y, por tanto, a partir de ahora hablaremos de "espacio interactivo".

Las sierras del Montsec se sitúan en el sector más occidental del prepirineo catalán, dentro de un conjunto de subcomarcas, con una superficie total de 506,65 Km<sup>2</sup>. Se

trata de un paraje de gran riqueza geológica, histórica, paleontológica y paisajística que hacen de éste un verdadero laboratorio natural muy apreciado.

Nuestro propósito se puede resumir en hacer de la zona del Montsec un espacio de estas características, consiguiendo que la interacción deje de ser una actividad explícita, para convertirse en una actividad que, *sin indicación expresa*, se produzca de forma implícita, tomando en consideración datos como el posicionamiento geográfico y las características del usuario.

El proyecto se encausa en la creación de un entorno multimedia móvil y sensible al contexto que permita un amplio rango de servicios de información innovadores, los cuales estén, a su vez, personalizados en función del perfil y posicionamiento del usuario. Este entorno posibilitará la generación y presentación de información hypermedia adaptada a los intereses y preferencias del usuario, así como aportar un comportamiento activo que anticipe las necesidades de información futuras del usuario. Por lo tanto, deberá ser anticipativo, en lugar de ser simplemente reactivo [2]. Otro objetivo a conseguir es que sea también adaptativo, tanto a diferentes usuarios como a diferentes circunstancias.

En cuanto a la metodología de desarrollo, consideramos que la implicación del usuario constituye un elemento clave para un conocimiento profundo de los requisitos del sistema, dado que los usuarios conocen las tareas que necesitan realizar, la organización en la cual el sistema será implantado, qué tipo de funciones son críticas, y cuales pueden ser demoradas para más tarde. Por lo tanto, la especificación de los requisitos del usuario deberían preceder a la especificación técnica del sistema. Presentamos un modelo de proceso iterativo en el cual la evaluación está presente en todas las etapas. Además, consideramos de vital importancia la presencia del usuario para que ésta pueda llevarse a cabo a consciencia.

El resto del documento está dividido en cinco secciones más. En la sección 2 se presentan los estilos de interacción en los que basamos nuestro sistema.

En la sección 3 se detalla el material informático involucrado. Se introduce un esbozo de arquitectura y se detallan los diferentes aspectos técnicos.

En el punto 4 se presenta la metodología adoptada para el desarrollo del sistema, detallando las técnicas de evaluación que se han llevado a cabo hasta ahora, en una primera fase de desarrollo.

El artículo finaliza con la sección de conclusiones y la de referencias bibliográficas.

## **2. Hacia nuevos paradigmas de interacción**

En el paradigma de la sobremesa, predominante hoy en día, se utilizan dos estilos de interacción: la manipulación directa y la interacción asistida.

En el estilo de interacción de manipulación directa, el usuario debe explicitar todas las tareas y controlar todos los eventos, lo cual le supone mucho esfuerzo.

Se requieren nuevas metodologías con objeto de facilitar la interacción del usuario con la aplicación.

La interacción asistida utiliza la metáfora del asistente personal o agente de la interfaz que colabora con el usuario en el mismo ámbito de trabajo, obteniendo de

esta forma un entorno cooperativo en el que ambos se comunican, controlan eventos y realizan tareas en paralelo, esto es, autónomamente, sin que toda la responsabilidad de dirigir la interacción recaiga sobre el usuario [3].

En 1991 Mark Weiser (Xerox PARC) ilustró un nuevo paradigma de interacción publicando un artículo sobre su visión acerca de la computación ubicua [4].

La computación ubicua pretende extender la capacidad computacional al entorno del usuario, permitiendo que la capacidad de información esté presente en todas partes en forma de pequeños dispositivos muy diversos (appliances of information [5]) que permiten interacciones de poca dificultad.

La computación, por tanto, deja de estar localizada en un único punto para pasar a diluirse en el entorno. El ordenador queda delegado a un segundo plano, intentando que resulte lo más transparente posible al usuario. Esta idea suele referirse con el término de “omnipresencia” de la computación [5].

Dada la variedad de dispositivos existentes hoy en día –insignias activas, marcas, WAPs palmtops, tabletas, pizarras electrónicas, entre otros-, podemos decir que la visión de Weiser ha pasado a ser una realidad tecnológica [6].

### **3. Descripción del modelo interactivo**

A continuación, en el apartado 3.1, se expone el material multimedia del que ya se dispone. El apartado 3.2, donde se explica el entorno ubicuo propuesto, junto con el 3.3, donde se detalla la arquitectura y las características técnicas, nos sirven para presentar con algo más de detalle todo el sistema en su conjunto.

#### **3.1 La Memoria del Montsec**

Es ocioso señalar que todo el patrimonio natural y cultural que encierra la sierra del Montsec requiere políticas de actuación que gestionen la conservación de todos sus bienes naturales y culturales. El punto de partida para llevar a cabo tales propuestas de actuación ha sido la confección de un material multimedia que lleva por título “La memoria del Montsec”. Este material pretende ofrecer una visión de conjunto de los valores patrimoniales de la zona en clave divulgativa.

Representa una primera aproximación de cara a la consecución de los objetivos a alcanzar, los cuales son reunir, conservar y difundir este conjunto de bienes culturales y naturales.

Recoge información multidisciplinar sobre el ámbito de la geología (desde el periodo triásico hasta su disposición actual), biología (diversos y heterogéneos ecosistemas, su flora y fauna), historia (desde la época prehistórica hasta la Edad Moderna) y geografía del Montsec.

Los logros conseguidos con la Memoria del Montsec, desde un punto de vista práctico, y en cuanto a su aplicabilidad, se resumen en:

- Presentar un patrimonio integral: los que forman parte del patrimonio natural y los que integran el patrimonio cultural.

- Reunir un patrimonio disperso que se halla fuera del territorio, y restituirlo virtualmente al lugar de origen. Con ello se consigue recrear una realidad histórica perdida.
- Promover la oferta turística de tipo cultural o “verde” para obtener un turismo de calidad, sensibilizado con el patrimonio.

Sus funcionalidades se resumen diciendo que este material facilita la consulta y subsiguiente comprensión, con una capacidad didáctica superior a la de una visita convencional del entorno.

### 3.2 Descripción del entorno ubicuo propuesto

Proponemos un sistema de información novedoso e interactivo, consistente hoy en día en la utilización de terminales de bolsillo tipo PDA, con acceso al material multimedia elaborado, a modo de audiovisual interactivo e itinerante a lo largo del recorrido por el área del Montsec. Más adelante, cuando se implante la tecnología UMTS, se realizará el salto hacia terminales móviles de 3G.

Esta iniciativa dotará a nuestro sistema de todas las características que nos habíamos propuesto. Por un lado reforzará el grado de interactividad, puesto que incorpora un nivel de interacción a añadir a aquellos con los que ya contaba. Por este motivo calificamos nuestro sistema con el término de multi-interactivo.

Así pues, a la interacción entre usuario, aplicación y agente de la interfaz, cabe resaltar la interacción que se establece entre el usuario y el entorno, dado que, en función del posicionamiento geográfico la aplicación realiza un proceso de búsqueda de la información correspondiente al sector en cuestión, presentándola automáticamente a través del terminal. Por lo tanto, podemos asumir nuestro sistema como una entidad activa y dinámica [7].

En la selección de la información a presentar al usuario interviene también otro componente. Se trata de la información contextual compuesta no sólo por el historial de las visitas y actividades realizadas anteriormente por el usuario, sino también por su perfil (personalidad, preferencias, intereses y características básicas como edad y nivel de estudios, entre otras). Esta información se encuentra almacenada en el sistema y será también inferida oportunamente a través de un motor de inferencia adaptado a nuestro propósito. De hecho, la posibilidad de recordarle al usuario elementos ya visitados que guardan relación directa con la pieza o elemento objeto de estudio beneficiará, sin duda alguna, su comprensión. Se trata de evitar tener que partir de cero en cada ocasión y de reducir, por consiguiente, el esfuerzo cognitivo necesario.

En definitiva, la consideración de todos estos factores permitirá configurar cómo debe ser la presentación final de la información al usuario.

Nuestro sistema cumple, además, con las características de ubicuidad. En efecto, podemos afirmar que la computación está en todas partes. De hecho, se realiza un seguimiento exhaustivo del usuario, desde el punto de vista geográfico, histórico - historial de visitas y actividades realizadas con anterioridad- y de su personalidad.

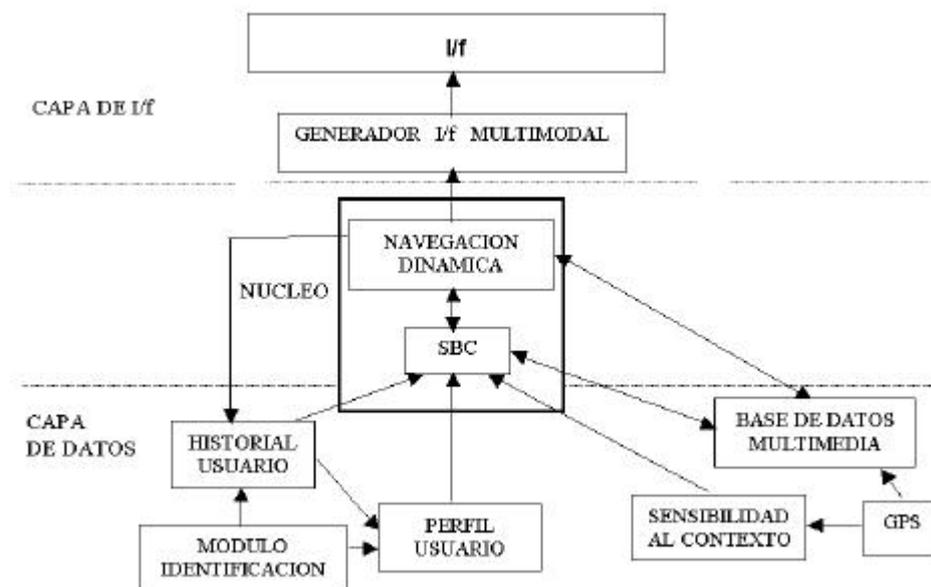
La zona interactiva no está limitada a una pantalla dado que la aplicación, atendiendo a parámetros tales como el posicionamiento geográfico, responde

automáticamente mostrando la información correspondiente al área visitada. De este modo se consigue implantar un espacio totalmente interactivo en el área del Montsec.

Se consigue, por tanto, extender la capacidad computacional al entorno del usuario, tal y como en [8] este autor definió la computación ubicua.

### 3.3 Descripción técnica

**Arquitectura Propuesta.** Proponemos el esquema ilustrado en la figura 1 como primer esbozo de nuestra arquitectura.



**Fig. 1.** La arquitectura ubicua

El contenido de la Memoria del Montsec se encuentra almacenado en una base de datos multimedia (BD-MM) que recoge información multidisciplinar sobre el ámbito de la geografía, historia, geología y biología del Montsec.

Paralelamente aparece un sistema basado en el conocimiento (SBC), como módulo destinado para resolver el razonamiento sobre el problema.

El problema que nos ocupa consiste en deducir a partir de unos parámetros iniciales -posicionamiento geográfico, perfil del usuario, y historial del mismo- qué tipo de información es la que más se ajusta a la situación -tanto geográfica como contextual-, y se adapta a las necesidades, intereses, preferencias y historial del usuario.

Con objeto de representar el problema de aplicación que se maneja, se hace necesario discernir qué fragmentos del conocimiento sobre el dominio deben entrar a formar parte como hechos, así como identificar las reglas que darán lugar al razonamiento deseado.

En la figura 1 queda reflejado que datos como el posicionamiento geográfico, el perfil del usuario y su historial alimentan al SBC. Es por ello que deben ser

modelizados como hechos que entrarán a formar parte de la base de hechos de forma dinámica, esto es, conforme se produzcan nuevas situaciones. La incorporación de estos hechos provocará la activación de las reglas que se ajustan a la nueva situación planteada, derivando nuevos hechos consecuentes. Esto se traduce en una evolución de la base de hechos que se prolongará hasta alcanzar una conclusión final, utilizando un encadenamiento hacia adelante.

La conclusión obtenida como fruto de este proceso de inferencia servirá para conocer qué información debe ser tratada, y a qué nivel de extensión y de pericia se debe llegar, sobre la base de esos datos iniciales. Constituye la clave para la generación de la interfaz a mostrar al usuario en cuestión. Quien se encarga de iniciar la elaboración de esta interfaz es el módulo de navegación dinámica (ND) que, a través de las consultas pertinentes a la BD-MM recoge toda la información necesaria para que se genere esta interfaz – tarea a desarrollar por el módulo generador de interfaz.

La arquitectura nos debe permitir personalizar también la navegación a partir de la página inicial presentada al usuario. Es por ello que todos los enlaces deben ser gestionados a través del núcleo. Esto implica que de nuevo se dispare el proceso de inferencia que, basándose en esos mismos parámetros iniciales obtenga otra conclusión, la cual permitirá iniciar de nuevo el proceso de elaboración de la interfaz correspondiente a esa nueva consulta más puntual.

A su vez, esta consulta debe ser registrada también en el historial, con objeto de tener un conocimiento lo más verídico posible de las acciones, visitas y actividades llevadas a cabo por el usuario.

En esta arquitectura podemos distinguir 3 capas. A un primer nivel tenemos la capa de datos o items de entrada, su almacenamiento y manipulación. La segunda capa constituye el núcleo de la arquitectura, puesto que contiene el motor principal de operación. Por último, a un tercer nivel distinguimos la capa relativa a la interfaz.

**Detalles Técnicos.** El SGBD elegido es SQL Server. Se ha tomado esta opción por tratarse de una plataforma de base de datos excelente para aplicaciones de procesamiento transaccional online a gran escala (OLTP).

Para la comunicación entre los dos módulos pertenecientes al núcleo: ND y SBC se ha decidido establecer un control ActiveX. La unión se establecerá a través de una arquitectura COM (Common Object Model).

Entre la BD-MM y el módulo de ND estableceremos una conexión tipo ODBC (Open Database Connectivity) con objeto de lograr una abstracción entre la capa lógica de la aplicación y la capa de datos.

Como dispositivos de entrada se requiere un GPS y un dispositivo de identificación de usuario, capaz de resolver automáticamente este trámite sin necesidad de recurrir al uso de un password.

El módulo GPS se conectará al terminal principal y resolverá el posicionamiento geográfico a través de protocolos estándar de comunicación entre sistemas de posicionamiento global, tal como cumple por ejemplo NMEA 183.

Uno de los medios más fiables y eficaces para solucionar el envío del posicionamiento del receptor GPS es el GSM (Global System for Mobile), con una cobertura de ámbito europeo. Existen diversos tipos de sistemas integrados GSM-GPS. El hardware común a todos ellos incluye una tarjeta GPS, un microcontrolador que se encarga de la conversión de señales GPS a GSM y de ordenar el envío de la

señal y, por último, un módem GSM mediante el cual se transmite la información suministrada por el GPS.

Dependiendo de la cantidad de señales que la estación receptora necesite o desee recibir del terminal, el método de envío puede variar.

La opción que se ajusta a nuestras necesidades consiste en crear un canal de comunicación GSM continuo, desde el receptor GPS al centro de control. Este método es utilizado cuando se desea conocer la situación en todo momento del receptor GPS.

Por otro lado, respecto al dispositivo de identificación del usuario, tenemos en mente dos posibles opciones. Éstas son: o bien utilizar un dispositivo de detección de huellas dactilares, o bien un dispositivo de reconocimiento a través de la pupila, o incluso a través del iris, como recientemente ha sido desarrollado.

## **4. Metodología de desarrollo**

Nuestra metodología sigue la línea que destacan diversos autores a cerca de procurar implicar al máximo al usuario en el desarrollo del sistema interactivo [9].

Además, sin lugar a dudas, el modelo interactivo que se propone aquí escapa de todas las prácticas habituales existentes hoy en día a la hora de enfrentarse a un sistema interactivo.

El producir un buen diseño bajo estas características requiere considerable creatividad y perspicacia por parte del desarrollador. Existe una metodología de diseño de sistemas interactivos, conocida como “imaginando el diseño” (envisioning design) [10] adaptada a estas circunstancias.

### **4.1 Un diseño centrado en el usuario**

Con objeto de obtener un diseño centrado en el usuario hemos considerado oportuno aplicar conjuntamente con él diferentes técnicas de evaluación: prototipado, escenarios, técnica de pensar en voz alta (thinking aloud<sup>1</sup> technique). Como estrategias válidas hemos considerado las siguientes: observar la práctica habitual de trabajo del usuario, incluirlo en el equipo de diseño, etc. En cualquier caso se han aplicado diferentes técnicas de modelización del usuario, con objeto de entender los modelos mentales que rigen su comportamiento cuando realiza, en este caso, una visita por el Montsec [11], y teniendo siempre en cuenta la normativa que nos proporciona el estándar de jure ISO13407.

Todo esto se puede llevar a cabo a través de un modelo de proceso iterativo, el cual puede verse ilustrado en la figura 2. Podemos apreciar cómo la evaluación interviene en todas las etapas, de forma iterativa. Bajo este modelo se consigue establecer una implicación activa, directa y lo más estrecha posible entre el usuario y el proceso de desarrollo.

---

<sup>1</sup> Su propósito consiste en intentar comprender qué tipo de modelo mental está aplicando el usuario mediante la expresión en voz alta de los pensamientos, sentimientos y opiniones del usuario mientras interacciona con el sistema.

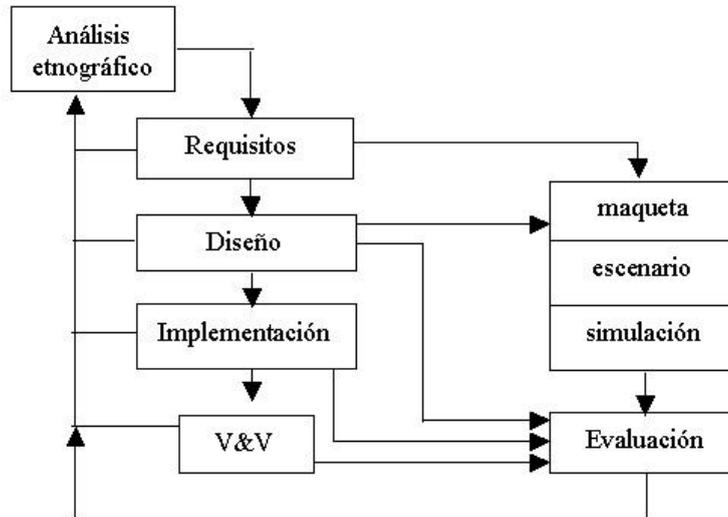


Fig. 2. El proceso de diseño iterativo

#### 4.2 La metodología de “imaginando el diseño”

Revisemos las características del sistema que estamos presentando.

Se trata de un sistema multi-modal, multi-localización, multi-dispositivo y, por último, multi-interactivo. Pero eso no es todo. Es un sistema sensible al contexto, es decir, consciente del posicionamiento geográfico dentro del área del Montsec. Esto encaja perfectamente con la idea de omnipresencia de la computación [5].

Por último, otro aspecto que resulta también inusual es el hecho de poder disponer de un sistema de computación de tales características suficientemente reducido, compacto y manejable como para poderte desplazar por el parque natural del Montsec en la realización de una visita, transportando el sistema contigo, como si de un pequeño artilugio de excursionista más se tratara, y por tanto susceptible de cargar en la mochila, sin ningún tipo de problema. De esta forma se consigue otro de los principios de la computación ubicua: trasladar la computación de la pantalla al mundo real que, en este caso, se trata de un paraje natural.

La metodología de “imaginando el diseño” basa sus diseños en técnicas que permitan trabajar con entornos de interacción potenciales – esto es, no existentes en la actualidad– y, por lo tanto, anticipar problemas. Son técnicas conocidas como técnicas de esbozo (sketching techniques). Los escenarios<sup>2</sup> de futuro [12], los

<sup>2</sup> Preece [10] nos describe un escenario como una historia de ficción con representación de personajes, sucesos, productos y entornos. Ayuda al diseñador a explorar ideas y decisiones de diseño en situaciones concretas.

Descripción de instancias de eventos, situaciones, procedimientos o artefactos individuales, bien especificada y suficientemente detallada [12]. Se trata de una descripción desde el punto de vista del actor, es decir, el usuario. Se elabora como una propuesta futura, más que como un documento de diseño final.

prototipos software y los prototipos en vídeo forman parte de estas técnicas. Se trata de recurrir a representaciones del diseño más intuitivas, a modo de esbozos (sketches), lo cual requiere un mayor esfuerzo por parte del diseñador, sobretodo si éste no tiene una especial aptitud creativa o artística. Este problema puede ser atacado haciendo partícipe en este punto al diseñador gráfico que forma parte del grupo de trabajo.

El diseño del sistema ha sido orientado desde un principio al uso de terminales móviles de 3G, a pesar de que no se dispone aún de la tecnología propuesta. Esta tecnología emergente permitirá convertir nuestra herramienta en un utensilio mucho más manejable.

### 4.3 Técnicas de evaluación

**Evaluación desde la Primera Etapa.** Por supuesto, consideramos indispensable conocer ya desde una etapa temprana del proceso de desarrollo la información acerca de los gustos del usuario, preferencias y necesidades, así como la identificación de requisitos en el entorno actual.

Los métodos que se han llevado a cabo han sido hablar con los usuarios, observarlos, usar el sistema de trabajo real y obtener respuestas a preguntas verbalmente y en formato escrito. Se conocen como técnicas de indagación.

El objetivo principal de esta aproximación con el usuario es comprender el modelo mental que tiene actualmente para definir con la mayor exactitud posible las características del sistema que se necesita.

El procedimiento a seguir consiste en encontrar un grupo representativo de usuarios que estén dispuestos a participar en un estudio de campo proactivo.

En este aspecto se han realizado excursiones con el centro excursionista de Lleida al macizo, con objeto de analizar el comportamiento de un visitante. Un integrante del equipo de desarrollo participó también activamente como un excursionista más, presentando un comportamiento natural, con objeto de evitar que el usuario se sintiera observado. Así pues, compaginando las actividades intrínsecas a la excursión con las de observación del resto del grupo, pudo identificar diferentes tipos de actuación.

En otra ocasión queremos acompañar la realización de una excursión con el cumplimiento de un cuestionario por parte de los visitantes, e incluso repetirlo en posteriores ocasiones, con objeto de obtener un análisis más riguroso.

**Prototipado.** Según Landauer, los prototipos constituyen una herramienta muy útil para hacer participar al usuario en el diseño y, muy importante, para poder evaluar éste último ya en las primeras fases del desarrollo [13].

*Prototipo en papel.* Con posterioridad al análisis etnográfico, se ha desarrollado un prototipo en papel en el que podemos analizar algunas de las tareas apuntadas en aquél. Veámoslas:

- Visualización virtual de patrimonio cultural
- Descripción de la geología de la zona que atravesamos
- Deducción de la fauna y flora que vamos encontrando
- Deducción de los materiales que encontramos
- Ubicación en el mapa

*Prototipo en vídeo.* El vídeo nos permite el rodaje de un escenario de futuro para simular algunas características del diseño de las que todavía no disponemos.

Resulta útil sobretudo en el diseño de escenarios futuros en los que todavía no se dispone de la tecnología, como ocurre en nuestro caso.

Durante el mes de noviembre se realizó una grabación de un escenario en el parque natural del Montsec para el Canal 33 de la televisión de Cataluña. Se trata de un escenario rodado en la baronía de Sant Oï sme, una zona desde la que se divisa una excelente panorámica del Montsec, y en la que se encuentra una torre de vigía del siglo XI, la cual ha sido reconstruída virtualmente en el proyecto “La memoria del Montsec”.

En el vídeo se escenifica la llegada de un grupo de excursionistas al punto indicado. Se observa cómo el sistema nos presenta automáticamente la información de la zona, y se simulan dos tareas: la visualización virtual de la torre y la deducción de un arbusto.

Como artefactos que se utilizan, además de la herramienta - una combinación de terminal tipo PDA y GPS-, aparece un mapa de la zona, una guía del Montsec, brújulas y mochilas.

En cuanto al arbusto, éste se deduce a través de una presentación de características generales de estos arbustos, hasta deducir la planta en cuestión, que el sistema presenta posteriormente. Para el caso del escenario, se presenta el problema de deducir un arbusto tipo cadec que se encuentra en las proximidades, y que es habitual en el parque.

## **5. Conclusiones**

Actualmente los avances tecnológicos producen cambios constantes y considerables. Prueba de ello es que los nuevos paradigmas de interacción extienden la accesibilidad de la computación a usuarios de diversas edades, niveles de habilidad, estilos cognitivos, lenguajes y capacidades sensoriales y motoras.

Partiendo de esta realidad, se pretende crear un proyecto orientado a la conservación, gestión, difusión y promoción de los bienes y recursos del parque natural del Montsec, a través de la utilización de las nuevas tecnologías, obteniendo en el área un verdadero espacio interactivo.

Como metodología de trabajo seguimos el modelo de proceso iterativo, y como consecuencia de ello, la evaluación queda incorporada en todas las etapas de desarrollo. Prueba de ello es que, a pesar de que nos encontramos en una etapa temprana de desarrollo, se han llevado a cabo ya diferentes técnicas de evaluación, y en todas ellas el usuario ha participado de forma activa y directa.

La metodología de “imaginando el diseño” nos ha ayudado a abordar la primera fase de desarrollo, y a afrontar la dificultad que comporta el hecho de que no sólo la tecnología, sino también otros aspectos del modelo interactivo que se proponen aquí escapen de todas las prácticas habituales existentes hoy en día a la hora de enfrentarse a un sistema interactivo. Se trata de técnicas de esbozo que, con la ayuda de una buena dosis de creatividad, nos ayudan a explorar el espacio de diseño, sin descuidar el aspecto de evaluación.

Somos conscientes de que este ambicioso macroproyecto necesitará de grandes esfuerzos económicos y humanos, pero también estamos convencidos de que se trata de una propuesta que articulará de forma definitiva la gestión, protección y dinamización de todos y cada uno de los elementos patrimoniales que configuran la excepcional supracomarca del Montsec, mediante el acercamiento multidisciplinar de investigadores, especialistas y técnicos de diversos ámbitos, y aportando las novedades tecnológicas que han sido consideradas a lo largo del artículo.

Además, la obtención de una plataforma móvil operativa de tales características nos servirá como base genérica para la creación de otros entornos interactivos aplicables a otros muchos sectores, además del turístico.

## 6. Referencias

1. M. Weiser, Ubiquitous computing (1996) <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>.
2. R. S. Pressman, Ingeniería del software. Un enfoque práctico, McGraw Hill, 4<sup>th</sup> edition (1997).
3. P. Maes, Agentes that reduce work and information overload, Communications of the ACM Vol 37. N° 7 (july 1994).
4. M. Weiser, The computer for the twenty-first century, Scientific American (1993) pp. 94-104.
5. D. A. Norman, The invisible computer, The MIT Press, Cambridge Massachusets (1998).
6. G. Abowd, E. D. Mynatt, Charting past, present and future research in ubiquitous computing, ACM Transactions on Computer-Human Interaction. Vol. 7, No. 1 (March 2000) pp. 29-58.
7. A. Brogni, An interactive system for the presentation of a virtual egyptian flute in a real museum, Virtual reality in archaeology. Archaeopress (april 2000).
8. M. Weiser, Some computer Science issues in ubiquitous computing, Communications of the ACM, Vol. 36, No. 7 (July 1993).
9. B. Schneiderman, Designing the User Interface, Addison and Wesley, chapters 3,4,5 (1997).
10. J. Preece, Human-Computer Interaction, Addison-Wesley (1994).
11. J. Cañas, Y. Waern Ergonomía cognitiva. Aspectos psicológicos de la interacción de las personas con la tecnología de la información (Colección Ciencias Cognitivas) Editorial Medica Panamericana (2001), 84-7903-597-8. <http://www.medicapanamericana.com>.
12. J. M. Carrol, Scenario-Based Design, John Wiley & Sons Inc., Toronto(1995).
13. T. K. Landauer, Let's get real: a position paper on the role of cognitive psychology in the design of humanly useful and usable systems (1991).



# Sistema interactivo ergonómico en un sistema de alerta temprana de incendios forestales

E. Amthauer<sup>1,2</sup>, J. Schorwer<sup>3</sup>, Y. Farrán<sup>3</sup>, R. Hernández<sup>2,4</sup>

1 Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile

[eamthae@pmpr.udec.cl](mailto:eamthae@pmpr.udec.cl)

2 Programa Multidisciplinario de Percepción Remota, Universidad de Concepción

3 Departamento de Ingeniería Informática, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile

[{jschmuz, yfarran}@udec.cl](mailto:{jschmuz, yfarran}@udec.cl)

4 Departamento de Física, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile

[rhernand@pmpr.udec.cl](mailto:rhernand@pmpr.udec.cl)

**Resumen.** Se presenta un diseño de una interfaz de usuario para un Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales. Se trata de un sistema altamente interactivo respecto del ingreso y entrega de información al usuario, dadas sus características de volumen de información y tiempos de actualización. El procesamiento que este sistema realizará es en alto grado complejo y requiere de un cierto nivel de interacción hombre máquina. Se considera que la efectividad de un sistema de alerta temprana de incendios forestales es altamente dependiente de la interacción con el usuario pudiendo depender de ella el éxito o fracaso del resultado. La principal complejidad es la actualización de información de dinámicas variables con intervalos que pueden ser desde horas hasta meses o años.

**Claves:** Aplicaciones, incendios forestales, ergonomía de software, interacción usuario ordenador, sistemas complejos.

## 1. Introducción

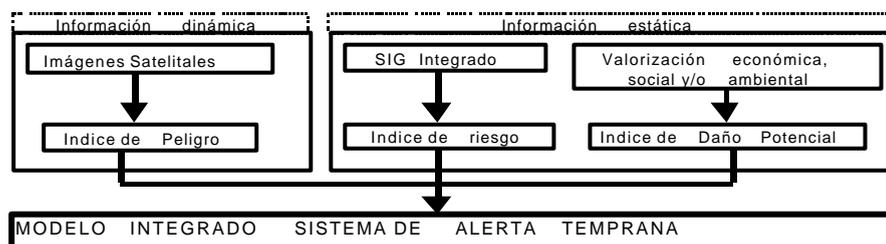
### 1.1 Antecedentes Generales

El desarrollo de sistemas de prevención y combate de incendios forestales en el mundo ha llevado muchos investigadores a la conclusión de que una prevención efectiva es el principal factor de éxito para evitar daños debido a incendios forestales. Estos sistemas son complejos debido a factores como la extensión geográfica de las superficies de interés, la impredecibilidad de algunos fenómenos climáticos como la variación temperatura y humedad ambientales en el corto plazo, la fuerza y la velocidad del viento, los fuegos provocados por descuidos humanos o causados intencionalmente, el grado de combustibilidad de los desechos en los bosques, etc [6].

Por estas razones, un sistema de prevención efectiva debe tener una base de datos interactiva y en la que se pueda ingresar información actualizada, procesarla y obtener la información adecuada para la prevención, presupresión y combate de incendios de acuerdo a los indicadores dados por el sistema.

El Programa Multidisciplinario de Percepción Remota de la Universidad de Concepción (PMPR) se encuentra abocado al desarrollo de un índice de alerta temprana de incendios forestales para la Octava Región del Bío - Bío de Chile, ubicada entre los 36° y los 38° Sur y los 71° y los 73° longitud Oeste [7], [8].

El índice de alerta temprana a desarrollar, debe considerar los índices de peligro, riesgo y daño potencial y combinarlos adecuadamente para entregar un indicador adecuado a los propósitos de prevención de incendios (ver figura 1). El índice de peligro se refiere al peligro inmediato de fuego considerando las condiciones de combustibilidad basadas en temperatura y humedad de la capa vegetal y meteorológicas como temperatura y humedad ambientales y velocidad y dirección del viento. El índice de riesgo es un indicador del riesgo de incendio basado en condiciones geográficas, topográficas y condiciones sociales como cercanía a caminos, zonas turísticas, zonas de conflicto social o político. El índice de daño potencial es un indicador del daño social, ambiental y/o económico que produciría un incendio originado en una zona determinada. Desde el punto de vista del volumen de datos, intervienen datos puntuales, curvas, coberturas SIG<sup>1</sup> e imágenes satelitales multiespectrales [9] conformando un conjunto de un alto grado de diversidad.



**Figura 1.** Esquema del sistema integrado. Se aprecia la naturaleza y características de los índices de Peligro, de Riesgo y de Daño Potencial, así como la relación entre éstos para la generación de un modelo de sistema de Alerta Temprana

## 1.2 Las Necesidades de Interacción

Las necesidades de interacción con el sistema se dan a tres niveles: De ingreso de datos para la actualización de información, de ingreso de datos y órdenes para el procesamiento y de generación del producto y de obtención del producto. No es necesario que sea el mismo usuario en los tres casos, pero es deseable que sea un mismo usuario el que ingrese la información de dinámica rápida y obtenga la información. Los datos de dinámica lenta son estructuralmente mucho más complejos y el perfil del usuario encargado de ingresarlos es más de diseño y mantención de sistema que de operación. En el ingreso de datos es importante considerar algún tipo

<sup>1</sup> Sistema de Información Geográfico.

de validación ya sea por correlación con otros datos o por ingreso de información redundante, ya que datos erróneos pueden llevar a resultados erróneos con diferentes consecuencias.

## **2. Especificaciones de Diseño de la Interacción Usuario - Sistema**

### **2.1 Análisis**

Las variables atmosféricas se combinan con variables estáticas, o de dinámica más lenta, para generar el producto final. En el ingreso de datos dinámicos es necesario diferenciar los tiempos en que éstos cambian significativamente y los tiempos en que están disponibles; puede citarse que la temperatura varía en forma continua durante el día, y en las zonas en que no se dispone de estaciones meteorológicas se obtiene de imágenes satelitales NOAA/AVHRR<sup>2</sup> disponibles dos veces al día. Los datos de estaciones están disponibles en forma continua o diaria. La estructura dinámica de los datos que va desde el estatismo hasta la dinámica rápida con actualización de horas, muestra un sistema en constante cambio.

Estos cambios de estado están ligados con la interacción usuario - sistema, siendo el usuario quien ingresa la información dinámica. En este sentido se tiene un sistema interactivo dinámico [1]. El usuario necesita estar en contacto con los diferentes estados de avance del proceso, como también supervisarlos para aprobar o rechazar otras funciones, por cuando no se cuente con información actualizada, el usuario tendrá que decidir la acción a tomar para minimizar la probabilidad de ocurrencia de errores.

La comunicación entre los usuarios y la máquina debe ser fluida, amistosa, consistente, transparente [5] y sencilla. El usuario tiene un modelo mental de la interfaz, que representa lo que éste espera de ella: una representación cognitiva que el usuario hace del sistema. Si no permite al usuario hacer lo que él espera de ella, puede ser un fracaso [2]. Un bosquejo gráfico de la interfaz resulta de gran ayuda como apoyo visual de diseño.

Se debe considerar factores ergonómicos como confort, comodidad de uso y seguridad de operación, tanto como otros, de eficiencia, consistencia, retroalimentación, mínimo de memorización del usuario por mencionar algunos [1].

### **2.2 Diseño**

El desarrollo del Sistema de Alerta Temprana se encuentra en etapa inicial. Sólo se puede especificar un prediseño de la interfaz y el diseño final sólo puede ser hecho una vez especificado en detalle el sistema de procesamiento y producto.

La principal consideración de diseño de la interfaz de usuario es que éste es el centro de interacción de un gran sistema de entrada - procesamiento - salida de

---

<sup>2</sup> Siglas correspondientes a información obtenida de satélite NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration, a través del sensor AVHRR, Advanced Very High Resolution Radiometer.

información. En consecuencia, el primer paso es analizar al usuario o al grupo de trabajo en conjunto con las tareas a desarrollar mediante la interfaz [1], [4].

### 2.3 Usuarios

Debe tenerse en cuenta que mucha información de carácter estático es entregada por empresas forestales u otras entidades para su actualización, mientras que la información dinámica se recibe directamente por medio de una antena receptora de imágenes satelitales conectada con el laboratorio de PMPR. De esta manera resulta eficaz el manejo de una arquitectura cliente-servidor; los clientes están constituidos por las empresas usuarias, y el servidor se encuentra centralizado en PMPR. Luego, desde el punto de vista de la interacción continua con el sistema para obtener el producto final, se definen tres tipos de usuarios de operación y configuración (ver figura 2).

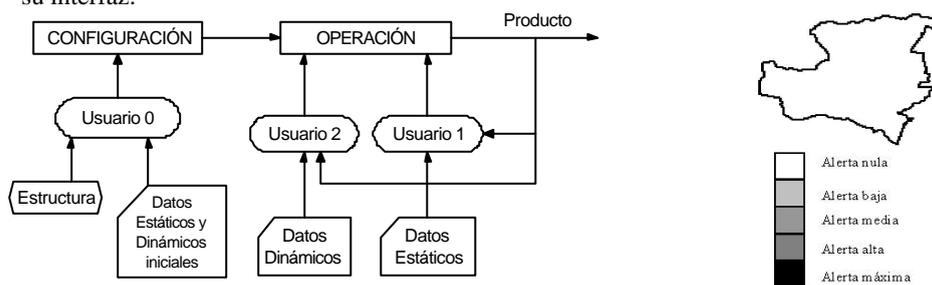
Usuario Administrador o Usuario 0 es quien debe tener todos los privilegios existentes. Maneja la puesta en marcha del sistema teniendo el control del primer poblado de datos, y las configuraciones correspondientes al ingreso de información de ingreso de un nuevo cliente al sistema o de salida de un cliente existente. No interactúa con alta frecuencia con el sistema, sólo en caso de ser solicitado.

Los usuarios restantes son aquellos que interactúan directa y periódicamente -al menos a diario- con el sistema. Llevan a cabo el ingreso de información al sistema. Se divide en dos tipos de usuario, con distintos privilegios de acuerdo con la arquitectura definida.

Usuario 1 maneja el ingreso de información estática, particular de la empresa usuaria respectiva, para las distintas actualizaciones. Hay tantos Usuarios 1 como empresas usuarias existan, constituyendo la parte cliente de la arquitectura.

Usuario 2 es aquél que opera directamente el servidor, maneja la entrega de información dinámica periódicamente, controlando el proceso en sí, así como la obtención de resultados y la aprobación de la entrega de información. Constituye la parte servidora de la arquitectura.

Dado este interactuar periódico, es evidente la necesidad de comodidad de uso de su interfaz.



**Figura 2.** Esquema de la estructura de usuarios. Se puede visualizar la interacción de los usuarios definidos con el sistema para la generación del producto, tanto en la etapa de configuración del sistema, como en su operación. La figura de la derecha muestra un ejemplo del producto, el mapa de alerta temprana

## 2.4 Agrupación de Tareas

**Entrada de información.** Incluye las tareas de entrada y actualización de datos estáticos provenientes de otras bases de datos, entrada de datos dinámicos de manera periódica, incluyendo información meteorológica directa o de imágenes satelitales e ingreso de nueva información, nueva empresa usuaria se adhiere a las demás que requiere del producto y/o aporta información.

**Procesamiento y generación de índices.** Incluye el comienzo del procesamiento para generar producto, la entrega de estados de procesamiento y vista de avances, la aprobación para continuar con los subprocesos a partir de los estados que se van cumpliendo.

**Obtención del producto.** Incluye el procesamiento final de los datos para obtención del producto y la aprobación del producto final para su entrega del producto a los clientes. Vista de producto final.

## 3. Interfaz Gráfica

WYSIWYG<sup>3</sup> puede resultar eficaz al tratar con imágenes que conforman un mapa temático. El uso de iconos permite representar acciones, propiedades, objetos u otros conceptos, como ingreso de información, comienzo de procesamiento, ver mapas, ver informes, de manera amistosa [3].

El uso de menús de selección es una opción, dada la experiencia a nivel usuario que de ellos se tiene, no así del uso de línea de comandos, fácil de extender, pero que requiere demasiado dominio y puede implicar errores además de considerarse poco ergonómico [3]. El uso de lenguaje natural, que involucra procesamiento extra, llevando a demoras, puede considerarse para la segunda fase del sistema. Si la primera etapa pensada para la VIII Región del Bío Bío es exitosa, se ampliará el sistema para el resto de la zona forestal de Chile. Este eventual desarrollo puede considerar innovaciones en la interfaz de usuario.

No debe haber redundancia en la forma de acceder a las funciones que cada icono entrega; éstas solo se encontrarán al presionar el icono y en ningún otro lugar, ya que esto complica al usuario, confundiéndolo con otras funcionalidades.

Para enfrentar problemas asociados a la entrada de información dinámica faltante total o parcialmente, se da opciones, como p. ej. estimación de datos a partir de información relacionada, o la imposibilidad de estimarla con opción de abortar el procedimiento. El usuario accede a la opción que estime, desaparece el cuadro de diálogo y en la ventana anterior aparecen las funciones respectivas.

Los mensajes que el usuario recibe deben ser fácilmente comprensibles. Concisos, además de entregar la información correcta.

---

<sup>3</sup> “What you see is what you get”, Lo que tú ves es lo que puedes conseguir, uno de los estilos más comunes de interfaces gráficas hombre – computadora.

#### 4. Comentario Final

El prediseño de la interfaz de usuario de un Sistema de Alerta Temprana mostrado se encuentra en una primera etapa de modelado general en el marco de una Memoria de Título para optar al grado de Ingeniero Civil Informático, presentando un alto estado de avance. Existe gran énfasis en el análisis y diseño conceptual del sistema. En esta etapa ya se puede vislumbrar algunas características propias del sistema como una interfaz lo más simple posible y basada en un principio de parsimonia, además de ser amistosa, ya que se basa en información que el usuario entregará.

#### 5. Referencias

1. Barfield, L.: The User Interface, Concepts & Design. Centre for Mathematics and Computer Science, Amsterdam. Editorial Addison Wesley
2. Dorado Perea, C.: Diseño de Interfaz y Navegación, Aprender a Aprender, Estrategias y Técnicas. <http://www.xtec.es/~cdorado/cdoral/esp/disseny.htm>
3. Jiménez Ordoñez, F.: Tutorial "Diseño de una interfaz gráfica", Universidad Autónoma de Guadalajara. <http://www.gdl.uag.mx/66/menu.htm>
4. Cordero Valle, J. M., González Romano J. M.: Material Asignatura Diseño de interfaces Hombre-Máquina. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Sevilla. <http://www.lsi.us.es/docencia/asignaturas/dihm/tema1/tema1.html>
5. Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion, Universität Kaiserslautern: Interacción hombre – máquina. [http://www.uni-kl.de/pak/mmi/inhalt\\_esp.html](http://www.uni-kl.de/pak/mmi/inhalt_esp.html)
6. Julio, G.: Diseño de Indices de Riesgo de Incendios Forestales para Chile. Revista Bosque 11(2), 1990, pp 59-72
7. Documento Interno Programa Multidisciplinario de Percepción Remota, Universidad de Concepción: Formulación de proyecto a CORFO-FDI, Marzo 1999
8. Documento Interno Programa Multidisciplinario de Percepción Remota, Universidad de Concepción: Formulación de proyecto a CONICYT-FONDEF, Agosto 2000
9. Estimation of Meteorological Fire Danger Indices from Multitemporal Series of NOAA-AVHRR Data. 1997 Proceedings of the III International conference on Forest Fire Research, Luso, Coimbra, Portugal, Noviembre de 1998, pp 1131-1147

# Formalización de interfaces de usuario usando lógica temporal

M. Enciso, J. M. Frias, C. Rossi

E.T.S.I. Informática. Universidad de Málaga.  
Campus de Teatinos. 29071 Málaga, Spain  
enciso@lcc.uma.es jfriaslo@unicaja.es rossi@ctima.uma.es

**Resumen.** Los diagramas de estados son una herramienta habitual para la especificación de sistemas dinámicos. En particular, en el área de la interacción hombre-máquina se emplean para la especificación de las relaciones temporales de las interfaces de usuario.

El principal problema de esta técnica es su verificación o refinamiento posterior, porque el lenguaje utilizado es difícilmente procesable de modo automático. Por ello, es necesario introducir un segundo lenguaje formal y un método de traducción automática.

En este trabajo se ha optado por esta vía, eligiendo la Lógica Temporal como lenguaje formal subyacente. En particular, se introduce una nueva lógica temporal llamada LNint-e que dispone de una serie de propiedades novedosas que la hacen apropiada para la obtención de las especificaciones desde los diagramas de estado.

En el trabajo se presenta también una herramienta, llamada Modelator, que permite introducir diagramas de estados de interfaces de usuario y generar, automáticamente, la teoría equivalente de la lógica LNint-e.

## 1. Introducción

El uso de los diagramas de estados [Har87] para la especificación del comportamiento de interfaces de usuario no es en absoluto algo novedoso. De hecho desde la década de los 70 existen trabajos que introducen esta aproximación [Den77]<sup>1</sup>.

Los diagramas de estados se han visto recientemente ligados principalmente a la Ingeniería de Software. Ello es debido su inclusión en las metodologías de desarrollo orientadas a objeto como parte esencial para la descripción del comportamiento dinámico del sistema. Así, este tipo de diagramas es usado en las metodologías OMT [RBP+91], UML [BJI99], Métrica 3 [dIMdAP00], etc.

Sin embargo, en el área de las interfaces de usuario podemos encontrar un gran abanico de trabajos que usan esta técnica para diferentes funciones.

En [WFRE98] se usan los diagramas de estados como herramienta de especificación en un entorno que enseña a usar dispositivos interactivos. Algunos

---

<sup>1</sup> El trabajo citado presenta un método para describir cuadros de diálogo usando los diagramas de estados. De hecho, la lectura de este trabajo nos iluminó sobre el ejemplo que hemos presentado en la sección para ilustrar nuestra aproximación.

autores llegan más allá y utilizan estos diagramas como capa superior para la introducción de especificaciones sobre interfaces de usuario que luego es traducida a algún tipo de lenguaje formal. Las especificaciones gráficas son tratadas posteriormente de modo automático para probar la consistencia de nuevas acciones sobre el sistema descrito. Como ejemplos de estas aproximaciones podemos citar [Hei94] (para la especificación de sistemas de Tiempo Real) o [HH89] (donde se introduce un intérprete de las especificaciones de interfaces de usuario).

En este trabajo presentamos una herramienta que permite realizar especificaciones del comportamiento dinámico mediante diagramas de estados. Dichos diagramas son traducidos a un lenguaje formal que facilita un estudio sistemático.

Según se argumenta en [JDM99], “la esencia de los diálogos de las interfaces de usuario la constituye un conjunto de relaciones, la mayoría de ellas con fuerte aspecto temporal”. Si bien ciertos autores ([YR91], [JDM99]) prefieren el desarrollo de un lenguaje propio para la especificación de estas interfaces, nosotros preferimos el uso de una lógica temporal por las siguientes razones: la potencia de la Lógica como lenguaje formal, la posibilidad de utilizar métodos de deducción automática y el gran abanico de lógicas temporales disponibles.

Sin embargo, el uso de una lógica temporal presenta a menudo ciertos inconvenientes nada triviales: la única forma de probar la consistencia de todo tipo de teorías es el uso de un demostrador automático de teoremas (normalmente poco eficientes); la sintaxis de las lógicas no estándares relativamente compleja y, por último, el uso de la lógica de primer orden como teoría de modelos obscurece la semántica de las lógicas temporales y la naturaleza del flujo del tiempo.

En este trabajo introducimos una nueva lógica temporal, la lógica LNint-e, que dispone de las buenas propiedades proporcionadas por el empleo de una lógica temporal, pero limita significativamente las desventajas del uso de estas lógicas. La lógica LNint-e es una lógica modal temporal sobre tiempo lineal discreto e infinito. Para ella se ha desarrollado un nuevo tipo de semántica, la semántica topológica, que permite una lectura fácil e intuitiva de las expresiones de la lógica y simplifica la demostración de los resultados de la metateoría.

Además de la propia lógica LNint-e, la principal aportación de este trabajo es la introducción de un método automatizable para, a partir de modelos gráficos, obtener la especificación formal del comportamiento dinámico de interfaces de usuario. La disponibilidad de esta especificación en un lenguaje lógico posibilita la demostración formal de propiedades de dichas interfaces.

## 2 La lógica LNint-e

LNint-e es una lógica modal de puntos ampliada para hablar de intervalos, y con la posibilidad de tratar el tiempo tanto de forma absoluta como relativa. Además, permite diferenciar entre clases y ejecuciones de eventos. Como se verá más adelante, la semántica de LNint-e se define considerando a  $(Z, \leq)$  como flujo del tiempo. A continuación presentamos la sintaxis y la semántica de LNint-e.

## 2.1 Sintaxis de LNint-e

Para definir el lenguaje de LNint-e, comenzamos presentando el alfabeto, y posteriormente describimos la construcción del lenguaje.

**El alfabeto de LNint-e:** Se contemplan tres tipos de enunciados atómicos: de instantes, de fechas y de eventos (aquéllos que no tienen sentido atribuidos sobre instantes). Por lo tanto, se incluyen símbolos para representar cada uno de estos tipos de enunciados. Concretamente:

- Un conjunto numerable  $\Omega_{ins} = \{p, q, \dots, p_1, q_1, \dots, p_n, q_n, \dots\}$  de átomos de puntos.
  - Un conjunto  $\mathbb{Z} = \{\underline{m} \mid m \in \mathbb{Z}\}$  de átomos de *fechas*, para nombrar instantes.
  - Un conjunto numerable  $\Omega_{ev} = \{\alpha, \beta, \dots, \alpha_1, \beta_1, \dots, \alpha_n, \beta_n, \dots\}$  de átomos de clases de eventos.
- Para distinguir las ejecuciones de una clase de eventos, el alfabeto incluye:
- Un conjunto numerable  $Etiquetas = \{e, e_1, e_2, \dots, e_n, \dots\}$ , a cuyos elementos denominamos etiquetas.
  - El símbolo  $*$ , que es un comodín para etiquetas de ejecución de eventos.
- Los símbolos  $\top$  y  $\perp$ , denotando verdad y falsedad, respectivamente.
  - Los símbolos  $\uparrow, \downarrow, \overrightarrow{\phantom{x}}, [\phantom{x}], (\phantom{x})$  y  $“,”$ .
  - El conjunto de conectivas booleanas  $\{\neg, \wedge, \vee\}$  y de conectivas temporales binarias de puntos  $\{\preceq, \succ\}$ .

**El lenguaje de LNint-e:** En la construcción del lenguaje de LNint-e caracterizamos los eventos mediante sus instantes de inicio, finalización y transcurso.

Sea  $EjecEventos = \{\alpha_e \mid \alpha \in \Omega_{ev}, e \in Etiquetas\}$  el conjunto de todas las ejecuciones de eventos. Para cada ejecución de evento atómico  $\alpha_e$  tenemos que:

- $\uparrow\alpha_e$  se lee *en este instante comienza la ejecución e del evento  $\alpha$* .
- $\downarrow\alpha_e$  se lee *en este instante finaliza la ejecución e del evento  $\alpha$* .
- $\overrightarrow{\alpha_e}$  se lee *en este instante la ejecución e del evento  $\alpha$  está transcurriendo*.

Además, en el lenguaje de LNint-e se incluye la posibilidad de construir expresiones en las que se haga referencia a una ejecución anónima de un evento dado, de la que, o bien desconocemos la etiqueta concreta, o bien no nos interesa precisarla. Dada una clase de eventos,  $\alpha \in \Omega_{ev}$ , la notación para una ejecución anónima de  $\alpha$  es  $\alpha_*$ .

**Definición 1** *El lenguaje  $\mathcal{LN}_{int-e}$  es el cierre inductivo generado por la conectiva monaria  $\neg$  y las conectivas binarias  $\wedge, \vee, \preceq$  y  $\succ$  sobre el conjunto base*

$$\Omega_{ins}^{ev-e} = \Omega_{ins} \cup \mathbb{Z} \cup \{\top, \perp\} \cup \{\uparrow\alpha_e, \downarrow\alpha_e, \overrightarrow{\alpha_e} \mid \alpha_e \in EjecEventos\} \cup \{\uparrow\alpha_*, \downarrow\alpha_*, \overrightarrow{\alpha_*} \mid \alpha \in \Omega_{ev}\}$$

Como se expone en [Ros01], LNint-e tiene total potencia expresiva en cuanto a expresiones de puntos, y en cuanto a expresiones de intervalos tiene al menos la misma potencia que las lógicas de Allen [All84] y la de Halpern y Shoham [HS91].

## 2.2 Semántica de LNint-e

Para LNint-e hemos definido un nuevo tipo de semántica, llamada semántica topológica, que evita el uso de la Lógica de Primer Orden. Esta semántica está basada en el buen orden del flujo del tiempo y, por ello, la semántica de las expresiones se obtiene naturalmente a partir de la lectura sintáctica de sus conectivas.

Denotamos por  $Int(\mathbb{Z}) = \{[t_1, t_2] \mid t_1, t_2 \in \mathbb{Z}, t_1 < t_2\}$ , el conjunto de intervalos cerrados y finitos de  $\mathbb{Z}$  que no sean un punto.

**Definición 2** Una interpretación temporal para LNint-e es una terna de funciones  $\mathcal{I} = \langle H_{ev}, H_{ejec}, h \rangle$ , donde:

- $H_{ev}: \Omega_{ev} \rightarrow 2^{Int(\mathbb{Z})}$  asocia a cada átomo de clase de evento  $\alpha$  el subconjunto  $H_{ev}(\alpha)$  de  $Int(\mathbb{Z})$  formado por todos los intervalos en los que se producen las ejecuciones de  $\alpha$ .
- $H_{ejec}: EjecEventos \rightarrow Int(\mathbb{Z})$  asocia a cada ejecución de evento el intervalo de  $Int(\mathbb{Z})$  en el que se verifica y que satisface las condiciones siguientes:
  1.  $H_{ejec}(\alpha_e) \in H_{ev}(\alpha)$  para todo  $\alpha_e \in EjecEventos$
  2. Para todo átomo de clase de evento,  $\alpha$ , y cualesquiera dos etiquetas,  $e, e'$ , si  $H_{ejec}(\alpha_e) = [t_1, t_2]$  y  $H_{ejec}(\alpha_{e'}) = [t'_1, t'_2]$  se tiene que  $t_2 - t_1 = t'_2 - t'_1$ .
- $h: Atom_{ins}^{ev} \rightarrow 2^{\mathbb{Z}}$  asocia a cada átomo de  $\Omega_{ins}^{ev-e}$  un subconjunto de  $\mathbb{Z}$  que satisface las siguientes condiciones:
  1.  $h(\underline{t}) = \{t\}$ , para todo  $\underline{t} \in \mathbb{Z}$
  2.  $h(\perp) = \emptyset$ ;  $h(\top) = T$
  3. Para todo  $\alpha_e \in EjecEventos$ , si  $H_{ejec}(\alpha_e) = [t_1, t_2]$ , entonces:
    - 4.1  $h(\uparrow\alpha_e) = \{t_1\}$ ,  $h(\downarrow\alpha_e) = \{t_2\}$  y  $h(\overline{\alpha_e}) = (t_1, t_2)$ .
  4. Para todo  $\alpha \in \Omega_{ev}$ , se tiene que
    - 4.1  $h(\uparrow\alpha_*) = \{t \mid t \in h(\uparrow\alpha_e), e \in Etiquetas\}$
    - 4.2  $h(\downarrow\alpha_*) = \{t \mid t \in h(\downarrow\alpha_e), e \in Etiquetas\}$
    - 4.3  $h(\overline{\alpha_*}) = \{t \mid t \in h(\overline{\alpha_e}), e \in Etiquetas\}$

Obsérvese que el correcto establecimiento de las condiciones de las interpretaciones temporales garantiza el buen comportamiento de la semántica.

La extensión de una interpretación  $\mathcal{I} = \langle H_{ev}, H_{ejec}, h \rangle$  a toda fbf de  $\mathcal{LN}_{int-e}$ , denotada también  $\mathcal{I}$ , únicamente requiere la extensión de la función  $h$ , como sigue: si  $A, B \in \mathcal{LN}_{int-e}$ , entonces

$$\begin{aligned} h(\neg A) &= \mathbb{Z} \setminus h(A) \\ h(A \vee B) &= h(A) \cup h(B) \quad \text{y} \quad h(A \wedge B) = h(A) \cap h(B) \\ h(A \preceq B) &= \{t \in \mathbb{Z} \mid m_{tA}^+ < +\infty \text{ y } m_{tA}^+ \leq m_{tB}^+\} \\ h(A \succeq B) &= \{t \in \mathbb{Z} \mid m_{tA}^- > -\infty \text{ y } m_{tA}^- \geq m_{tB}^-\} \end{aligned}$$

donde:  $m_{tA}^+ = \min((t, +\infty) \cap h(A))$  y  $m_{tA}^- = \max((-\infty, t) \cap h(A))$

Es decir,  $m_{tA}^+$  es el primer instante posterior a  $t$  en el que  $A$  será cierta, y  $m_{tA}^-$  es el último instante anterior a  $t$  en el que  $A$  fue cierta.

**Relaciones temporales en LNint-e:** En nuestra lógica es posible definir multitud de relaciones temporales [Ros01] entre eventos, puntos, fechas, etc. Aquí sólo presentamos las utilizadas para la formalización de los diagramas de estados.

- $A \approx^+ B$  expresa en el futuro  $A$  y  $B$ , y la primera vez que  $A$  será simultánea con la primera de  $B$ . La definición en LNint-e es

$$A \approx^+ B =_{def} A \preceq B \wedge A \succeq B$$

- $ab_*^+(\alpha_e, \beta_{e'})$  es cierto en un instante  $t$  si  $\alpha_e$  (o la próxima ejecución de  $\alpha_*$ ) es cierto en un intervalo  $[t_1, t_2]$  y  $\beta_{e'}$  (o la próxima ejecución de  $\beta_*$ ) es cierto en un intervalo  $[t_2, t_3]$  contiguo por la derecha a  $[t_1, t_2]$ , donde  $t < t_1 < t_2 < t_3$ . Además, en el instante actual no está comenzando ni transcurriendo ninguna ejecución de  $\alpha$ . La definición en LNint-e es la siguiente:

$$ab_*^+(\alpha_e, \beta_{e'}) =_{def} F \uparrow \alpha_e \wedge \neg \uparrow \alpha_* \wedge \neg \overline{\alpha_*} \wedge \downarrow \alpha_e \approx^+ \uparrow \beta_{e'}$$

- $Int^+(A)$  se lee  $A$  se da en el futuro, y la próxima vez que se da  $A$  es en forma de intervalo finito y cerrado. La definición en LNint-e es

$$Int^+(A) =_{def} (\oplus A \rightarrow \neg A) \wedge A \approx^+ (A \wedge \oplus A) \wedge F \downarrow A$$

- $ab_{nh-h}^+(\alpha_e, A)$  se lee la próxima vez que se da  $A$  es en forma de intervalo y es contiguo a la ejecución de  $\alpha_e$  (o la próxima ejecución de  $\alpha_*$ , si se aplica la conectiva a ejecuciones anónimas); además, en el instante actual no se está realizando ni está empezando ninguna ejecución de  $\alpha$ . La definición de esta conectiva en LNint-e es la siguiente:

$$ab_{nh-h}^+(\alpha_e, A) =_{def} Int^+(A) \wedge \neg \uparrow \alpha_* \wedge \neg \overline{\alpha_*} \wedge \downarrow \alpha_e \approx^+ \uparrow A$$

- $\uparrow ab^+(\alpha_e, \beta_{e'})$  es cierto si en el instante actual,  $t$ , la ejecución de  $\alpha_e$  (o una ejecución de  $\alpha_*$ ) es cierto en un intervalo  $[t, t_2]$  y  $\beta_{e'}$  (o la próxima ejecución de  $\beta_*$ ) es cierto en un intervalo  $[t_2, t_3]$  contiguo por la derecha (futuro) a  $[t, t_2]$ , donde  $t < t_2 < t_3$ . Además, en el instante de evaluación no está empezando ninguna ejecución de  $\beta$ , ni transcurriendo ninguna ejecución de  $\alpha$  ni  $\beta$ . La definición de esta conectiva en LNint-e es la siguiente:

$$\uparrow ab^+(\alpha_e, \beta_{e'}) =_{def} \uparrow \alpha_e \wedge \neg \uparrow \beta_* \wedge \neg \overline{\alpha_*} \wedge \neg \overline{\beta_*} \wedge \downarrow \alpha_e \approx^+ \uparrow \beta_{e'}$$

- $\uparrow sec^+(\alpha_e, \beta_{e'}, \delta_{e''})$  es cierto si en el instante actual,  $t$ , la ejecución de  $\alpha_e$  (o una ejecución de  $\alpha_*$ ) es cierto en un intervalo  $[t, t_2]$ ,  $\beta_{e'}$  (o la próxima ejecución de  $\beta_*$ ) es cierto en un intervalo  $[t_2, t_3]$  contiguo por la derecha (futuro) a  $[t, t_2]$ , y  $\delta_{e''}$  (o la próxima ejecución de  $\delta_*$ ) es cierto en un intervalo  $[t_3, t_4]$  contiguo por la derecha (futuro) a  $[t_2, t_3]$ , donde  $t < t_2 < t_3 < t_4$ . Además, en el instante de evaluación no está empezando ninguna ejecución de  $\beta$  ni  $\delta$ , ni transcurriendo ninguna ejecución de  $\alpha$ ,  $\beta$  ni  $\delta$ . La definición de esta conectiva en LNint-e es la siguiente:

$$\uparrow sec^+(\alpha_e, \beta_{e'}, \delta_{e''}) =_{def} \uparrow \alpha_e \wedge \neg \uparrow \beta_* \wedge \neg \uparrow \delta_* \wedge \neg \overline{\alpha_*} \wedge \neg \overline{\beta_*} \wedge \neg \overline{\delta_*} \wedge \downarrow \alpha_e \approx^+ \uparrow \beta_{e'} \wedge \downarrow \beta_{e'} \approx^+ \uparrow \delta_{e''}$$

### 3. Diagramas de estados en LNint-e

El enfoque propuesto en este trabajo consiste en la representación los elementos de interfaz de usuario empleando diagramas de estados (con la notación de UML), siguiendo la línea propuesta entre otros, en [Eng91].

Los elementos de los diagramas (véase [BJI99]) son estados, “eventos”<sup>2</sup>, transiciones y operaciones asociadas a transiciones y a estados. En este último caso, se distingue entre operaciones interrumpibles (actividades) y no interrumpibles (acciones), que, a su vez, pueden ser de entrada, de salida o internas.

Hemos de indicar que, aunque el modelo de diagramas de estados es jerárquico, aplicando la técnica presentada en [GP98] es posible convertir diagramas con varios niveles en diagramas “planos”. Esta es la opción considerada en este trabajo.

A continuación vemos los aspectos fundamentales de la representación de diagramas de estados en LNint-e.

### 3.1 Representación de diagramas

**“Eventos”:** En los diagramas de estados aparecen tres tipos de “eventos”:

1. “Eventos” instantáneos: en un instante anterior era falso, y en el actual es cierto. Por ser instantáneo asumimos que en el instante siguiente deja de ser cierto. Se representan mediante la conectiva *inst* de LNint-e. Por ejemplo, la pulsación de un botón por parte del usuario se representa  $inst(botonOKPulsado) \equiv \ominus \neg botonOKPulsado \wedge botonOKPulsado \wedge \oplus \neg botonOKPulsado$
2. Los instantes nombrados se representan con átomos de fechas. Por ejemplo, el “evento” **when** 17:30-7/7/2000 se representará así:  $\overline{17 : 30 - 7/7/2000}$
3. Los periodos de tiempo desde (la última aparición de) un “evento” dado. Se representan usando conectivas recursivas [BdG92]. Así, por ejemplo, que el “evento” 10 seg. se representará mediante la expresión  $\uparrow Estado \approx^- (10) \uparrow$

**Estados:** Los estados se representan mediante expresiones de puntos tanto si son instantáneos o con duración. Por ejemplo, el estado Diálogo Eliminar visible se representa con la expresión *DiálogoEliminarVisible*.

Los estados iniciales y finales también se representan usando expresiones de puntos. Por tratarse de estados destacados es necesario añadir una colección de restricciones temporales que se detallan en la siguiente sección.

**Guardas:** Son condiciones booleanas que deben ser ciertas para que se produzca la transición asociada. Se usarán expresiones de puntos (*DocumentoNuevo* o *NúmeroVálido*, por ejemplo).

**Operaciones:** La representación de una operación dependerá de su tipo:

- *Acciones:* Son operaciones con duración que se representarán mediante expresiones de intervalos. Para representar la ejecución (completa) de una acción empleamos ejecuciones anónimas de eventos (en el sentido de LNint-e). Por ejemplo, *EliminarDocumento\**.
- *Actividades:* Son operaciones y por tanto, por congruencia con lo anterior, se representan con eventos (de LNint-e). Por ejemplo, *RecibirHTML\**. Pero las actividades tienen una característica diferenciadora: pueden ser interrumpidas. Esto nos lleva a introducir un nuevo elemento en el

<sup>2</sup> Entrecorramos los eventos de los diagramas de estados para no confundirlos con los de la lógica LNint-e.

lenguaje que capture la interrupción de una actividad en particular, y de una expresión no hereditaria en general. Usamos la notación:

$ExecAbort(Actividad_e)$  y así, para interrumpir la actividad del ejemplo anterior, emplearíamos la expresión  $ExecAbort(RecibirHTML_*)$ .

En cuanto a la semántica de estas expresiones de interrupción, basta con exigir que  $h(ExecAbort(\alpha_e)) \subseteq h(\bar{\alpha}_e^+)$ .

**Transiciones:** Se representan por medio de una familia de conectivas que relaciona todos los elementos que pueden intervenir en una transición, a saber: “evento”, guarda y acciones, así como información de los estados de origen y destino. Estas conectivas cubren todos los casos posibles que se pueden presentar en un diagrama de estados. Por razones de espacio hemos incluido únicamente las necesarias para el ejemplo del siguiente apartado.

- *Transición estándar*

$$\begin{aligned} & \text{Transicion}(\text{Estado}_A, \text{Actividad}_{A*}, \text{AccionSalida}_{A*}, \\ & \quad \text{Evento}, \text{Guarda}, \text{AccionEvento}_*, \\ & \quad \text{Estado}_B, \text{AccionEntrada}_{B*}, \text{Actividad}_{B*}) =_{def} \\ & G \left( \text{Estado}_A \wedge \text{Evento} \wedge \text{Guarda} \rightarrow \left[ \oplus \neg \text{Estado}_A \wedge \right. \right. \\ //si se dispara la transición, en el instante posterior finaliza el estado \\ & \quad \left. \left[ \overline{\text{Actividad}_{A*}} \rightarrow \oplus \text{ExecAbort}(\text{Actividad}_{A*}) \right] \wedge \right. \\ //si la actividad está transcurriendo, se interrumpe \\ & \quad \left. \oplus \uparrow \text{sec}^+(\text{AccionSalida}_{A*}, \text{AccionEvento}_*, \text{AccionEntrada}_{B*}) \wedge \right. \\ //se ejecutan las acciones de salida, del "evento" y de entrada \\ & \quad \left. \text{ab}_{h-nh}^+(\text{AccionEntrada}_{B*}, \text{Estado}_B) \right) \wedge \\ //se entra en el estado de destino \\ & \quad \left. \left. \text{ab}_*^+(\text{AccionEntrada}_{B*}, \text{Actividad}_{B*}) \right] \right) \\ // y se inicia la ejecución de la actividad del estado de destino \end{aligned}$$

Respecto a esta conectiva es necesario puntualizar que alguno de los argumentos de la conectiva podría “no aparecer”, ya que tanto el “evento” como la guarda son opcionales, así como las actividades y acciones de los estados y transiciones. En este caso, estos argumentos “omitidos” se sustituyen por T.

- *Transición interna*

La conectiva que definimos ahora permite la especificación de transiciones internas, que son aquéllas que no producen la salida del estado en que se disparan.

$$\begin{aligned} & \text{TransInterna}(\text{Estado}, \text{Evento}, \text{Guarda}, \text{AccionInterna}_*) =_{def} \\ & G(\text{Estado} \wedge \text{Evento} \wedge \text{Guarda} \rightarrow \oplus \uparrow \text{AccionInterna}_*) \end{aligned}$$

- *Transición inicial y final*

La transición que parte del estado inicial tiene unas características específicas que hacen que no pueda emplearse la conectiva de transición estándar.

$$\text{TransInicial}(\text{EstadoDestino}, \text{Actividad}_*, \text{AccEntrada}_*) =_{def} \\ G(\text{EstadoInicial} \rightarrow \\ [\text{ab}_{h-nh}^+(\text{AccEntrada}_*, \text{EstadoDestino}) \wedge \text{ab}^+(\text{AccEntrada}_*, \text{Actividad}_*)])$$

También es necesaria la definición de una conectiva para transiciones dirigidas al estado final.

$$\text{TransFinal}(\text{Estado}_A, \text{Actividad}_A, \text{AccionSalida}_A, \text{Evento}, \text{Guarda}, \text{AccionEvento}_*) =_{def} \\ G(\text{Estado}_A \wedge \text{Evento} \wedge \text{Guarda} \rightarrow [\oplus \neg \text{Estado}_A \wedge \\ [\text{Actividad}_A \rightarrow \oplus \text{ExecAbort}(\text{Actividad}_A)]) \wedge \\ \oplus \uparrow \text{ab}^+(\text{AccionSalida}_A, \text{AccionEvento}_*) \wedge \text{ab}_{h-nh}^+(\text{AccionEvento}_*, \text{EstadoFinal}])$$

Además, para los estados inicial y final es necesario introducir expresiones que garanticen:

- Que en una secuencia de estados sólo aparece un estado inicial, y que este aparece de forma instantánea:

$$G(\text{EstadoInicial} \rightarrow \oplus \neg \text{EstadoInicial} \wedge G \neg \text{EstadoInicial})$$

- Todos los estados son posteriores al estado inicial:

$$\text{EstadoInicial} \prec \text{NuevoEstado} \quad \text{y} \quad \text{EstadoInicial} \prec \text{EstadoFinal}$$

Análogamente, para el *estado final* se incluyen las expresiones que garantizan:

- Que si se alcanza un nuevo estado, éste es anterior al estado final

$$F \text{NuevoEstado} \rightarrow (\text{NuevoEstado} \prec \text{EstadoFinal})$$

- Que en una secuencia de estados sólo aparece un estado final:

$$G(\text{EstadoFinal} \rightarrow G \neg \text{EstadoFinal})$$

#### 4. Automatización de la formalización

En este apartado presentamos la herramienta MODELATOR, que permite la especificación gráfica mediante diagramas de estados del comportamiento de las interfaces de usuario. Dicha herramienta proporciona un procedimiento automático de traducción que genera una teoría de LNint-e equivalente al diagrama original. Una presentación detallada de esta herramienta se encuentra en <http://www.lcc.uma.es:80/~enciso/modelator>.

Esta herramienta es la primera piedra de un proyecto más ambicioso para dotar a las metodologías de análisis y diseño de una base formal. Nuestra aproximación pasa por elegir una lógica apropiada a cada etapa del análisis y diseño y sustentar las técnicas usadas en ellas en cada una de estas lógicas mediante procesos de traducción automáticos. En una segunda etapa incluiremos deducción automática para cada una de las lógicas dotando a la herramienta de posibilidad de razonamiento. La

consecución de este amplio proyecto redundaría en paliar las limitaciones actuales de las herramientas CASE:

- Dificultad de verificación y validación.
- Limitación para presentar ciertas restricciones del mundo real.
- Carencia de una definición formal de los elementos del lenguaje de modelado.

MODELATOR permite la introducción de los diagramas de estados utilizando un editor gráfico. Una vez introducido el diagrama, la herramienta obtiene de forma automática un conjunto de fórmulas que componen una teoría de LNint-e equivalente.

## 5. Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo hemos presentado LNint-e, una lógica modal temporal sobre tiempo discreto que permite construir expresiones relativas a diferentes primitivas temporales (instantes, intervalos, fechas). Éstas se combinan mediante conectivas naturales y adecuadas a la Computación y con una semántica topológica que captura su lectura intuitiva. LNint-e tiene total potencia expresiva en expresiones de puntos y una elevada expresividad en expresiones de intervalos.

Aportamos una formalización del modelo de los diagramas de estados expresada en el lenguaje de LNint-e. Esta formalización es automatizable, de manera que el desarrollador de sistemas en general, y de interfaces de usuario en particular, sólo se preocupe de construir la representación gráfica del diagrama de estados. La herramienta MODELATOR obtiene de forma automática las expresiones de LNint-e equivalentes a dicha representación, combinando las ventajas del método gráfico y el formal. Nuestra aproximación es adecuada a la especificación de interfaces de usuario, en la que la formalización del comportamiento dinámico y sus aspectos temporales juega un papel protagonista.

El trabajo presentado aquí es el escalón de un objetivo más general: “obtener herramientas CASE con una base formal que permitan procedimientos automáticos de verificación, refinamiento o deducción”. Como ya se ha comentado anteriormente, este objetivo pasa por cubrir dos objetivos: la selección de lógicas apropiadas a cada técnica usada en las etapas de análisis y diseño y la integración de técnicas de deducción automática. Para la segunda fase, usaremos la metodología de demostración TAS, cuya principal característica es la fácil adaptación a todo tipo de lógicas. En particular, se han desarrollado métodos TAS para la lógica clásica [AdGAV99], para lógicas multivaluadas [AO97] y para diversas lógicas temporales [EdG95, EdGR96].

## 6. Referencias

- [AdGAV99] G.Aguilera, I.P. de Guzmán, Manuel Ojeda Aciego, and A.Valverde. Reductions for non-clausal theorem proving. Aceptado para su publicación en Theoretical Computer Science, 1999.

- [All84] J. F. Allen. Towards general theory of action and time. *Artificial Intelligence*, 23(2):123–154, 1984.
- [AO97] I. P. Aguilera, G. de Guzmán and M. Ojeda. A reduction-based theorem prover for 3-valued logic. *Mathware & Soft Computing*, 4(2), 1997.
- [BdG92] A. Burrieza and I. P. de Guzmán. A new algebraic semantic approach and some adequate connectives for computation with temporal logic over discrete time. *Journal of Applied non Classical Logic*, 2, 1992.
- [BJI99] G. Booch, Rumbaugh J., and Jacobson I. El lenguaje unificado de modelado. Addison-Wesley, 1999.
- [Den77] E. Denert. Specification and design of dialogue systems with state diagrams. En *International Computing Symposium 1977*. North-Holland, 1977.
- [dIMdAP00] Consejo Superior de Informática. Ministerio de Administraciones Públicas. *Métrica Versión 3*, 2000.
- [EdG95] M. Enciso and I. P. de Guzmán. A new and complete automated theorem prover for temporal logic. En *IJCAI-Workshop on Executable Temporal Logics*, 1995.
- [EdGR96] M. Enciso, I. P. de Guzmán, and C. Rossi. Temporal reasoning over linear discrete time. En *Lect. Notes in Artif. Intelligence no. 838*. Springer-Verlag, 1996.
- [Eng91] D. England. *Graphical Support for User Interface Specification*. PhD thesis, University of Lancaster, 1991.
- [GP98] M. Gogolla and F. Parisi Presicce. State diagrams in UML: formal semantics using graph transformations. En *Workshop on Precise Semantics of Modeling Techniques PSMT '98*, pages 55–72, 1998.
- [Har87] D. Harel. Statecharts: A visual formalism for complex systems. *Science of Computer Programming*, 5:231–274, 1987.
- [Hei94] C. Heitmeyer. A toolset for developing real-time systems. En *NATO Advanced Study Institute*. Springer-Verlag, 1994.
- [HH89] H. Hartson and D. Hix. Human-computer interface development: concepts and systems for its management. *Computing-Surveys*, 21(1):5–92, 1989.
- [HS91] J. Halpern and Y. Shoham. A propositional modal logic of time intervals. *Journal of the ACM*, 38(4):935–962, 1991.
- [JDM99] R. Jacob, L. Deligiannidis, and S. Morrison. A software model and specification language for non-wimp user interfaces. *ACM Transactions on Computer Human Interaction*, 6(1), Marzo 1999.
- [RBP+91] J. Rumbaugh, M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy, and W. Lorensen. *Object-Oriented Modeling and Design*. Prentice Hall, 1991.
- [Ros01] C. Rossi. Lógica Temporal de Intervalos. Formalización de Diagramas de Estados. Tesis doctoral, Universidad de Málaga, España, 2001.
- [WFRE98] P. Wah Fung, Kemp R., and Kemp E. Exploiting the statechart in interactive learning systems authoring. En *1998 Australasian Computer Human Interaction Conference. OzCHI '98*, 1998.
- [YR91] S. Yip and D. Robson. Conformance validation of graphical user interfaces. En *Tenth Annual International Phoenix Conference on Computers and Communications*. IEEE Comput. Soc. Press, 1991.

# Modelado intencional del diálogo entre un usuario y un asistente virtual para comercio electrónico<sup>1</sup>

A. García, J. Calle y J. Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ISYS, Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid  
28660 Boadilla del Monte, Madrid  
{agarcia, jcalles}@isys.dia.fi.upm.es

**Resumen.** El concepto de interacción usuario-sistema avanzada está asociado a sistemas con capacidades comunicativas cercanas a las humanas, que pretenden mejorar la expresividad de un sistema lo suficiente como para garantizar un nivel satisfactorio de inteligibilidad mutua entre el sistema y sus usuarios, valorada de acuerdo con criterios observables como la facilidad de uso de los elementos que soportan la comunicación, la adaptación a las necesidades concretas del usuario (personalización), el grado de acierto en la respuesta obtenida o de diferencia con respecto a la esperada por el usuario. En un contexto como el de aplicaciones en Internet, y en concreto de comercio electrónico, en el que un sistema deba dar servicio a gran variedad de usuarios de diferente nivel de especialización en el dominio de la aplicación y con diferentes características y necesidades, es necesario un planteamiento que admita una interacción basada en diálogos coherentes con respecto al dominio. En este artículo tras una introducción en la que se presenta brevemente el proyecto en el que se enmarca este trabajo, se plantean las características relacionadas con la gestión de diálogo con un modelo de intenciones en tres niveles: enunciado, discurso e hilo y se detalla un caso de estudio. Finalmente se presentan algunos aspectos relacionados con su operacionalización actual.

**Palabras clave:** interfaces avanzadas, modelado intencional, expresiones lingüísticas, asistente virtual

## 1. Introducción

Las interfaces avanzadas difieren del modelo clásico en que la interfaz deja de ser simplemente una mediadora de la comunicación que transfiere información (comportamiento reactivo), para intervenir activamente (comportamiento proactivo) y alcanzar un nivel aceptable de satisfacción por parte del usuario de acuerdo con criterios observables como la facilidad de uso de los elementos que soportan la comunicación, la adaptación a las necesidades concretas del usuario (personalización), el grado de acierto en la respuesta obtenida, o de diferencia con la esperada por el usuario etc.

---

<sup>1</sup> Proyecto ADVICE IST Project 1999-11305

En un contexto en el que una interfaz inteligente deba dar servicio a una variedad de usuarios, con diferentes características y necesidades, como el de Internet y el soporte al comercio electrónico, la interacción avanzada se basa en la incorporación de modelos para la gestión del diálogo y el conocimiento explícito del dominio (sistemas inteligentes).

En el caso del comercio electrónico, se han identificado web-sites (a) para comercio electrónico como es el caso de AskJeeves, Amazon, Boo y Ananova, o (b) de proveedores de tecnología para comercio electrónico como Blaze o Websell (con VirtualFriends como parte integrante), y plataformas con alguna herramienta o solución necesaria en una aplicación en Internet como el caso de Smart (Java Constraints Library), ESpeak o Pillow (HTML Prolog) y finalmente (c) proyectos de investigación aplicada con financiación pública como SETA o CASBA [9]. De estos tres grupos se puede concluir que, en general, los sistemas comerciales no incorporan formas de interacción avanzadas pero se plantean en los proyectos de investigación, entre los que desde el pasado año se encuentra el proyecto ADVICE, que ha motivado la propuesta que se presenta en este artículo.

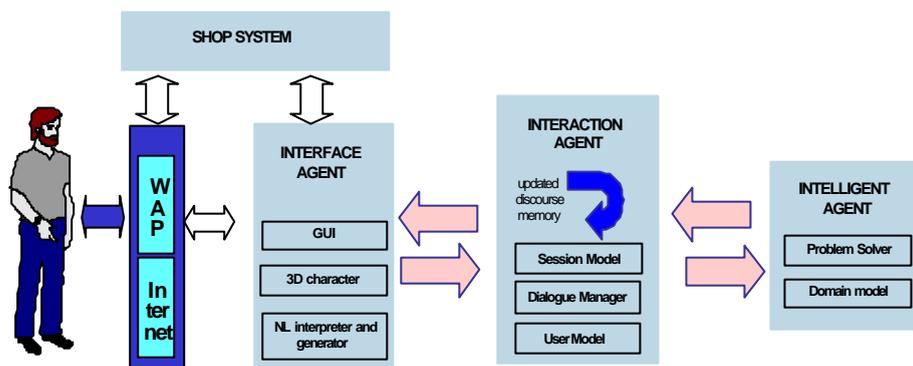


Fig. 1. Visión global

Se pretende desarrollar un sistema que mejore la interacción con los clientes en una aplicación de comercio electrónico de herramientas de bricolaje profesional mediante la incorporación a la interfaz web de un asistente virtual para aconsejar a los clientes de una manera similar a como lo haría un vendedor humano en un establecimiento real. El proveedor de estas herramientas actualmente posee una página web comercial en la que presenta a los clientes información acerca de sus productos, tanto para la venta como para el servicio post-venta. Parte de esta información se presenta en forma de catálogo, de manera análoga a las publicaciones en papel que proporciona la compañía. Como un punto de valor añadido, se aprovechan las capacidades del soporte *web* para mostrar animaciones que ilustran el funcionamiento de algunas de las herramientas o se presentan en formato de hipertexto diversas tareas que se pueden realizar con grupos de herramientas y sus accesorios.

El servicio de venta requiere que el sistema mantenga información acerca de las características más importantes de los productos y accesorios. Para dar soporte al servicio post-venta, el asistente virtual mantendrá información detallada acerca de las

posibles aplicaciones de las herramientas que se realizan mediante combinaciones de herramientas. Estos requerimientos se han alcanzado mediante un “agente inteligente” o sistema basado en el conocimiento que incorpora y gestiona el conocimiento necesario para venta y post-venta de herramientas.

En la arquitectura basada en agentes propuesta para ADVICE (Figura 1) se encuentran también el “agente de interfaz”, que se encarga de la interacción con el usuario, tanto a través de Internet como a través de WAP, la “shop system” que contiene la información acerca de clientes y productos y controla el proceso de venta así como una parte de la interacción, el “agente de interacción” que gestiona el diálogo a partir de las intervenciones previas y la oferta configurable propuesta por el agente inteligente.

En el proyecto ADVICE se dispone actualmente de la información que proporciona el distribuidor acerca de sus productos, que proviene principalmente de dos fuentes: los catálogos en papel de productos y accesorios y la página web corporativa. En un primer nivel, se distinguen los productos entre dos categorías básicas: herramientas y accesorios. Una primera versión de esta información ha sido incorporada en el sistema inteligente [12] que construye una estructura que representa un conjunto de ofertas posibles, de forma que a lo largo del diálogo con el usuario se configure la oferta final.

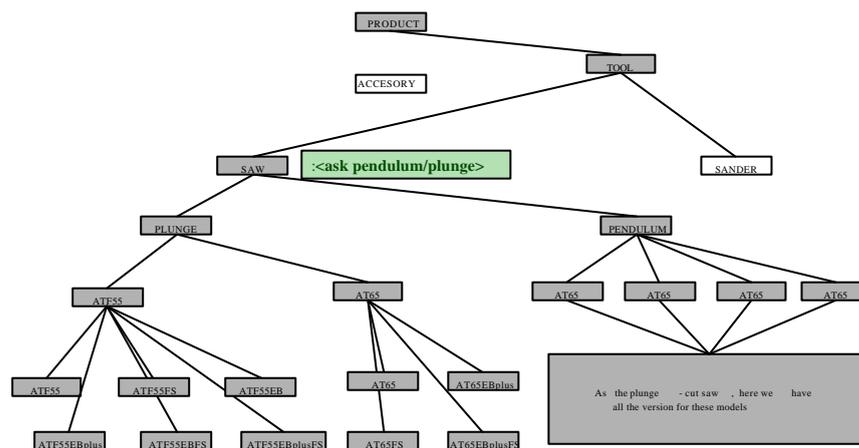


Fig. 2. Árbol de oferta

Para el control del diálogo, es necesario definir las capacidades del sistema que soportan la actividad conversacional y que permitan articular los diferentes tipos de información que intervienen en un diálogo: contenido intencional y semántico de las unidades de comunicación significativas durante una venta electrónica. En el caso de ADVICE la comunicación se basa en (a) los enunciados (al tratarse de una interfaz multimedia los enunciados pueden provenir de sentencias en lenguaje natural, o menus prefijados), (b) las secuencias pre-establecidas de estados de diálogo y (c) el modelo del dominio (herramientas de bricolage). La gestión del diálogo se describe con detalle en el siguiente apartado.

## 2. Gestión del diálogo para una interacción avanzada

En un diálogo, es necesario expresar la acción(es) comunicativa que lleva implícita cada enunciado en los distintos turnos de interacción. En esta propuesta las intervenciones del usuario y del sistema se modelan utilizando una estructura intencional definida a partir de los actos de habla. Además de las intenciones que subyacen a las unidades significativas y enunciados es necesario conocer su coherencia en el discurso. Según el principio de cooperación lingüística [3], cada interacción en una conversación debe contribuir a la misma de acuerdo con el propósito o dirección tácita o explícitamente aceptada del intercambio. Este principio será el que permita modelizar las conversaciones de acuerdo con su propósito. Una vez detectado dicho propósito y dependiendo de la evolución de la conversación hasta el momento, sólo serán admitidas las interpretaciones de un nuevo mensaje que hagan progresar la conversación hacia su objetivo. Es decir, podrán determinarse a priori las secuencias de actos de habla que permitan alcanzar el objetivo y definir los hilos comunicativos de acuerdo con los temas tratados en el diálogo.

### 2.1 Representación del contenido intencional de un acto comunicativo

Para identificar la intención o intenciones, el sistema debe tener en cuenta la estructura de la expresión así como el contexto inmediato [2], y especialmente el conocimiento compartido entre el emisor y el receptor. De acuerdo con el trabajo de Searle [7] [8], las acciones comunicativas pueden ser de tres tipos: locutiva (acto de expresar una secuencia de palabras), ilocutiva (acto que el emisor realiza mientras transmite las palabras) y perlocutiva (acto que realmente ocurre como resultado de la expresión).

En el contexto del comercio electrónico para una tienda de herramientas de bricolaje y tras un análisis del dominio en el que se ha tenido en cuenta tanto los productos como el tipo de diálogos que lleven a la realización de una compra se ha elaborado una propuesta de actos comunicativos (ilocutivos) agrupados en cinco clases: actos de cortesía (subclase de la clase declarativa en la que el emisor realiza una acción convencional o ritual), representativos (el emisor se compromete con la certeza de lo que expresa: informar), autorizativos, directivos (el emisor intenta influir en las intenciones y comportamiento de otro agente: request o command) y nulos. Cada acto de habla se ha modelado con varios parámetros que determinan la forma de interacción:

**1. Actos de cortesía:** Se determina en cada caso el modo de la expresión lingüística (formal o informal) y si permiten o no la intervención del receptor en el siguiente turno de intervención.

#### Salute

'Welcome' + ['to' + name(place) ]	formal	open
'How do you do' + [' , Mr.' + surname] + '?'	formal	null
'Hi there ' + [name]	informal	closed
'Hello ' + [name]	informal	closed
'Hello, Mr.' + surname	formal	closed

'Nice to see you' + [name]	informal	closed
'Nice to see you, Mr. ' + [surname]	formal	closed
<b>Farewell</b>		
'See you soon'	informal	closed
'I'll be awaiting to meet you again'	formal	open
'Bye' + [name]	informal	closed
'Goodbye' + [name]	informal	closed
<b>Disannoyance</b>		
'One more detail'	formal	close
'Wait a minute, please'	informal	close
'Hold on a moment, please'	formal	close
'Excuse me'	formal	close
'Perhaps I'm boring you'	formal	open
'Sorry for' + [action   circumstance]	informal	open
'I apologize for' + [action  circumstance]	formal	open

**2. Actos representativos:** Se utiliza el acto de informar sobre un dato, un producto aconsejable, una sugerencia, una confirmación, una explicación. Se define para ellos además el objeto de la información (aprobar, negar, comprar, aportar un valor,...) el sujeto de la información (producto, tarea, usuario, sistema,...) y una referencia al contenido para su gestión posterior.

'I'm John Smith'	introduction	identity	user	John Smith
'I want a circular saw'	data	purchase	product	circular Saw
'No, I think I'm done with that'	confirmation	deny	offer	

**3. Actos autorizativos:** para ellos se define su intención (ofrecer, comenzar...), el objeto (tareas, accesorios...) y si permiten o no la intervención del receptor en el siguiente turno de intervención.

'Do you need any other accessories?'	offer	open	accessories
'What can I do for you?'	start	open	task

**4. Actos Directivos:** Pueden ser de dos clases, de solicitud de información (pregunta) y de indicación de una tarea que el sistema (o el usuario) tiene que realizar (comando). Para la clase de tipo pregunta se define su tipo (dato, elección, comparación, confirmación...), el objeto (tarea, producto...) y el identificador del sujeto.

'What do you need it for?'	data	task	work
'How much does it cost the ATF55EB?'	data	product	price

Para la clase de tipo comando se define su intención (buscar o comprar), el receptor (usuario o sistema) y el objeto (productos, tareas....)

'Show me some circular saws'	search	system	circular saws
'Search a suitable abrasive sheet'	search	system	task

**5. Actos nullos:** no tienen intención comunicativa (well, you see, I think...)

Cada intervención del usuario puede estar formada por varios enunciados. A su vez cada enunciado puede estar formado por varias unidades significativas que se

simbolizan con un acto comunicativo simple. Por ejemplo para “I want a circular saw” se generan las siguientes estructuras representativas de actos comunicativos:

COMMAND	INFORM	INFORM
-----	-----	-----
Type: null	Type: data	Type: data
Matter: purchase	Matter: identity	Matter: feature
Subject: system	Subject: product	Subject: product
Content: product	Content: saw	Content: type=circular

## 2.2 Modelado del diálogo

Para modelar diálogos se pueden citar cuatro aproximaciones, las gramáticas de diálogo, los scripts, los modelos basados en planes y las teorías de acción combinada. Las gramáticas de diálogos describen las secuencias de diálogo como estados adyacentes como en [4], de forma que con gramáticas de estados finitos o grafos se describe las transiciones posibles entre los estados. La estructura de diálogos o scripts definidas por [6] contienen varias pautas de comportamiento en una situación dada que a su vez se componen de una secuencia de escenas estereotipadas compuestas por varias acciones primitivas (admiten una operacionalización basada en gramáticas de diálogos).

En cuanto a los modelos basados en planes, [1] [5], incluyen también nuevas secuencias de acontecimientos. En este caso se asume que los actos del habla del emisor forman parte de un plan y que el trabajo del receptor es descubrir y responder apropiadamente. Por último, en la teoría de la acción combinada, el diálogo se considera una actividad conjunta, algo que los agentes realizan *juntos*, [10] [11]. Este modelo establece que ambas partes de un diálogo son responsables de su mantenimiento por lo que participar en un diálogo requiere que los participantes tengan un compromiso conjunto de comprenderse mutuamente; este compromiso motiva las explicaciones y confirmaciones tan frecuentes en las conversaciones habituales.

En la primera versión desarrollada para el tratamiento de los diálogos en ADVICE y teniendo en cuenta que la interacción se realiza en lenguaje natural junto con animación multimedia y menús contextuales, se modelan los diálogos con una aproximación basada en las gramáticas de diálogo pero aumentadas con el conocimiento provisto por el agente inteligente (espacio de búsqueda para configurar la oferta concreta a lo largo del diálogo).

Los diálogos modelados son tanto de iniciativa unilateral como de iniciativa mixta, y disponen de cuatro fuentes de información: el contexto en el que se incluyen los datos de referencia sobre el usuario o productos, los estados del diálogo en curso junto con los patrones preestablecidos de discursos y el hilo (tema del discurso) y el espacio de búsqueda para configurar la oferta.

Los enunciados (uno o varios) de cada intervención se corresponden con un estado de diálogo o punto del discurso en el que se encuentra el diálogo (los estados se representan internamente como start, user-identified, request-explanation, partial-answer, disannoyance, refine results, execute-command...). Un discurso es una secuencia de estados de diálogo o patrón de discurso: greeting (bienvenida), inform

(con objeto de obtener datos del usuario, del producto...), farewell (despedida), thank, command (tarea del sistema), ask (pregunta-respuesta) y otros.

En la tabla 1 se muestra un ejemplo de las interacciones usuario-asistente que se corresponden con los estados que forman un patrón “greeting” y cómo a continuación se comienza un discurso relacionado de tipo pregunta-respuesta.

Turno		Patrón
S	Welcome to Tooltechnics, I'm the virtual sales assistant.	Greeting
U	Hi there. I'm John Smith.	Greeting
S	Hello Mr. Smith. Nice to meet you. What can I do for you?	Greeting Authorize
U	Well, I want a circular saw.	command
S	What kind of saw do you want to purchase, a Pendulum-cover saw or a plunge-cut saw?	system requires explanation
U	What's the difference between them?	Question
S	Well, you see...	system provides explanation

Tabla 1. Estados de la interacción.

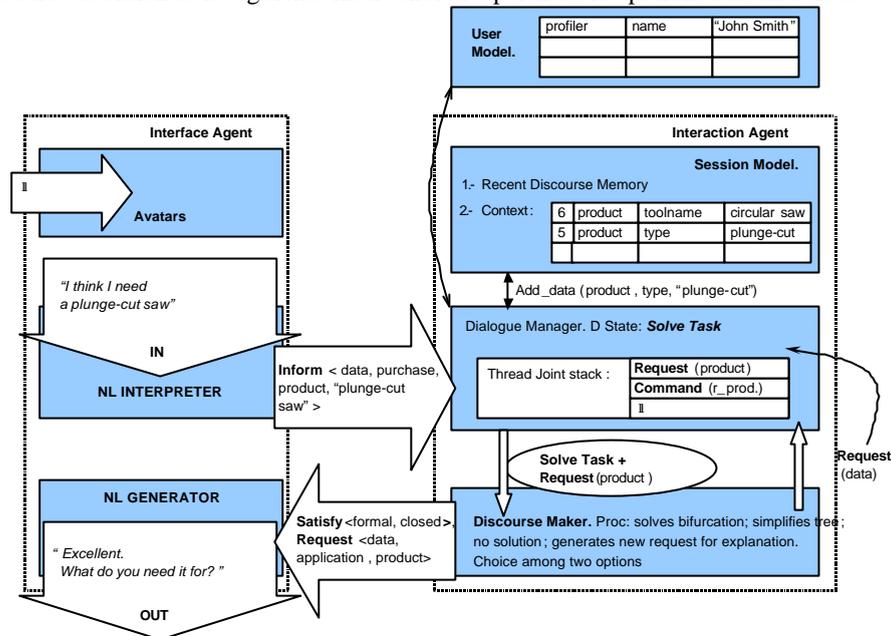
La dinámica del diálogo se gestiona a partir de un tercer nivel de representación de la intención de los enunciados, y de su forma de combinación en lo que se denomina el hilo de un discurso, asumiéndose que puede haber varios hilos en un diálogo e incluso en una interacción.

Los hilos son el contexto de las acciones, por lo tanto son secuencias de acciones comenzadas que en un momento dado pueden estar pendientes o realizadas. Estas acciones son tanto las tomadas por el usuario como por el sistema (tabla 2).

Turno		Hilo
S	Welcome, I'm the virtual sales assistant.	
U	Hi there. I'm John Smith.	
S	Hello Mr. Smith. Nice to meet you. What can I do for you?	authorize (task)
U	Well, I want a circular saw.	Command (product)
S	What kind of saw do you want to purchase, a pendulum-cover saw or a plunge-cut saw?	Request(product) Request(data)
U	What's the difference between them?	Request(data)
S	Well, you see...	Solve
U	I think I need a plunge-cut saw.	Solve
S	Excellent. What do you need it for?	Request(data)
U	I need it for cutting chipboard.	Solve
S	Ok, I think the ATF55 will be suitable for you.	Request(product)
U	How much does it cost the ATF55?	Request(data)
S	The ATF55 costs Y euros.	Solve
U	I think I like it.	Solve
S	Have you think in the possibility of using a rail guide?	Request(data)
U	No, I think I'm done with that.	Deny
S	Well then... (control to the SHOP SYSTEM).	

Tabla 2. Hilo del diálogo.

La gestión de esta información se realiza en tres de los módulos que conforman el agente de interacción: el modelo de sesión, el gestor del diálogo y el que realiza el discurso decidiendo la siguiente intervención a partir de los patrones de discursos.



**Fig. 3.** Un ejemplo de control del diálogo

El proceso de control del diálogo a partir de la intervención de un usuario consiste en los siguientes pasos (reflejados en la figura 3):

1. El agente de interfaz envía al agente de interacción la secuencia de actos comunicativos representativos de cada enunciado de una intervención del usuario. En el ejemplo de la figura, tras la intervención del usuario "I think I need a plunge-cut saw" se envían los actos comunicativos null, inform(data, identity, product, saw) e inform(data, feature, product, type=plunge-cut).
2. Se identifica el nuevo estado del diálogo de acuerdo con los patrones de diálogo y se incluye en la pila del "hilo conjunto" comunicándose al realizador del discurso el estado(s) a los que se puede pasar a partir de la situación en curso. En el ejemplo el nuevo estado en el patrón del discurso pregunta-respuesta el nuevo estado es el que indica que está resuelta la pregunta sobre el producto ("solve" el "request(product)"), que a su vez actualiza el contexto con el nuevo objeto en el discurso (plunge-cut).
3. Se decide el siguiente paso (proactivo/reactivo) del sistema de acuerdo con las dos fuentes de información: el árbol de la oferta construido por el agente inteligente y los candidatos al estado siguiente. En el ejemplo y de acuerdo con la oferta configurable, la siguiente bifurcación se ha de tomar de acuerdo con la respuesta del usuario al tipo de trabajo u aplicación para el que necesita el producto que quiere comprar. Por ello el realizador del discurso decide pasar a un nuevo estado de tipo pregunta indicándosele al gestor del hilo (request(data)).

4. Finalmente se envía al agente de interfaz el conjunto de acciones comunicativas que se deben realizar a continuación y que éste transformará en los enunciados “excellent! What do you need it for?” (satisfy(formal, closed), request(data, identity,work, \_)).

### 3. Conclusiones

El auge del comercio electrónico hace necesario construir sistemas con capacidades comunicativas muy desarrolladas, capaces de reconocer a sus interlocutores y adaptar su comportamiento a sus necesidades y expectativas por lo que es necesario dotar al sistema de capacidad de control del diálogo y capacidad tanto para generar las respuestas esperadas como proponer nuevas acciones comunicativas.

En este artículo se ha presentado una propuesta de diseño de un sistema de comercio con interacción usuario-sistema avanzada que incorpore estas características con una aproximación basada en el conocimiento y a partir del modelado de las intenciones de los diferentes componentes del diálogo.

La primera versión del agente de interacción del asistente virtual se ha desarrollado en Ciao Prolog y se comunica con el agente de interfaz y el inteligente mediante mensajes con contenido en XML y comunicación vía sockets. En las páginas web del proyecto (<http://www.advice.iao.fhg.de/>) podrá encontrarse una demostración completa del prototipo.

### 4. Referencias

1. Cohen, P. R. Y Levesque, H. J.: Rational interaction as the basis for communication. En Cohen, P. R., Morgan, J., y Pollack, M. E., editores. *Intentions in Communication*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, (1990).
2. García Serrano Ana, Peñas Anselmo: Interpretación de mensajes en un entorno de comunicación libre, Informe Técnico FIM/110.1/IA/99, (1999).
3. Grice, H.P.: *Studies in the Way of Words*. Harvard U. Press, Cambridge, Mass (1989).
4. Sacks H, Schegloff E, Jefferson G.: A simplest systematics for the organization of turn taking for conversation (1974), *Language* 50(9 pp:696-735).
5. Sadek, D.: Dialogue acts are rational plans. In *Proceedings of the ESCA/ETRW Workshop on the Structure of Mutimodal Dialogue*, Maratea, Italy, 1991.
6. Shank, R. C. y Abelson, R.: *Scripts, Plans, Goals and Understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1977.
7. Searle, J.R.: *Speech Acts*. Cambridge University Press, Cambridge (1969). Traducción al español de M.L. Valdés, 1980. Cátedra, Madrid
8. Searle, J. R.: A taxonomy of speech acts. In J. Searle (ed.), *Expression and Meaning*. Cambridge, U.K., pp:1-29, 1979.
9. C. Sierra, F. Dignum: A European perspective on Agent Mediated Electronic Commerce, *Lecture Notes on Artificial Intelligence*, Springer (2001)
10. Lochbaum, K. E.: *Using Collaborative Plans to Model the Intentional Structure of Discourse*. PhD thesis, Harvard University, 1994.
11. Grosz, B. y Kraus, S.: Collaborative plans for group activities. In *Proceedings of IJCAI-93*, V 1, pp: 367-373, Chambery, France, 1993.

12. García-Serrano, A., Hernández, J., Martínez, P., Calle, J., Teruel, D., Rodrigo, L.: Internal Report. Advice deliverable 08, (2001).
13. Links: Virtualfriends: <http://www.virtualfriends.com> Ananova: <http://www.ananova.com> Boo: <http://www.boo.com>, Blaze software: <http://www.blazesoft.com>, Websell: <http://www.websell.de>, Amazon: <http://www.amazon.com>,

# Desarrollo y generación de interfaces de usuario a partir de técnicas de análisis de tareas y casos de uso

M<sup>a</sup> D. Lozano<sup>†</sup>, P. González<sup>†</sup>, I. Ramos<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Departamento de Informática  
Escuela Politécnica Superior de Albacete  
Universidad de Castilla-La Mancha  
-ALBACETE-  
[fmlozano.pgonzalez@info-ab.uclm.es](mailto:fmlozano.pgonzalez@info-ab.uclm.es)

<sup>‡</sup>Departamento de Sistemas Informáticos y Computación  
Universidad Politécnica de Valencia  
Camino de Vera s/n  
-VALENCIA-  
[iramos@dsic.upv.es](mailto:iramos@dsic.upv.es)

**Resumen.** El objetivo de todo desarrollo de sistemas de información es obtener un sistema que permita a los usuarios finales alcanzar sus objetivos y llevar a cabo, de forma efectiva y eficiente, las tareas necesarias para conseguirlos. Para lograr esto se hace necesario, no sólo tener en cuenta los requisitos del sistema, sino además, incorporar nuevas técnicas que ayuden a captar las necesidades del usuario incorporando criterios de usabilidad, para conseguir además desarrollar interfaces de usuario intuitivas y fáciles de usar que ayuden al usuario final a sacar el máximo provecho de los sistemas informáticos. Con este objetivo en este trabajo se propone un entorno de desarrollo de interfaces de usuario partiendo de técnicas de casos de uso y análisis de tareas.

**Palabras clave:** Interfaces de Usuario, interacción hombre-máquina, orientación a objetos, técnicas de especificación y modelado, sistemas interactivos.

## 1. Introducción.

El principal objetivo a la hora de construir una aplicación informática es facilitar a los usuarios finales alcanzar sus objetivos y llevar a cabo sus tareas con ese sistema de forma efectiva y eficiente. Por tanto, en este proceso se hace necesario, no sólo tener en cuenta los requisitos del sistema, que nos llevarían a la obtención de un buen sistema, robusto y completo desde el punto de vista informático, pero que tal vez el usuario final no fuera capaz de utilizar de forma correcta al no haber tenido en cuenta sus necesidades concretas como usuario final, sino que se hace necesario incorporar en este proceso nuevas técnicas que ayuden a captar las necesidades del usuario incorporando criterios de usabilidad, para conseguir además desarrollar interfaces de

usuario intuitivas y fáciles de usar que ayuden al usuario final a sacar el máximo provecho de los sistemas informáticos.

Esta forma de construir los sistemas se conoce como diseño orientado al usuario. El principal objetivo de esta forma de desarrollar software es hacer los sistemas más usables y accesibles a los usuarios finales, siendo éstos la pieza principal en este proceso de desarrollo. De acuerdo a la ISO/DIS 13407 [ISO-98], el proceso de diseño orientado al usuario implica:

- Activa participación del usuario así como una clara comprensión del contexto de uso y de las tareas y requisitos del usuario final.
- Una apropiada distribución de funciones entre los usuarios y la tecnología, especificando qué funciones deben ser llevadas a cabo por los usuarios y cuales son de índole tecnológica.
- La iteración de las soluciones de diseño en las que la retroalimentación del usuario es esencial como fuente de información.
- Una perspectiva de diseño multidisciplinar que requiere de gran variedad de especialidades o disciplinas (desarrolladores de software, expertos en usabilidad, especialistas en ergonomía, etc).

Una de las aproximaciones más ampliamente utilizadas por muchos grupos de investigación en el área HCI (Human Computer Interaction) para llevar a cabo esto es el análisis de tareas. El propósito de esta técnica es desarrollar modelos genéricos y por tanto abstractos de las tareas del usuario final. Otra técnica utilizada con este fin son los casos de uso.

En este trabajo se propone un entorno de desarrollo de interfaces de usuario basado en modelos [Pue94b] dentro del proceso de desarrollo de software orientado a objetos, que satisfaga los objetivos comentados anteriormente. En este proceso de desarrollo se hace uso de técnicas de casos de uso y análisis de tareas y se tienen en cuenta criterios de usabilidad. Así, se propone un modelo de interfaz de usuario que modela la interacción del usuario con el sistema y proporciona una representación formal del diseño de interfaz. Este modelo incluye además la generación de diagramas gráficos para representar los diferentes aspectos de la IU y permite generar de forma automática la IU final a partir de los modelos definidos.

Para cubrir estos aspectos, el resto del artículo se estructura de la siguiente manera: en el segundo apartado se introduce brevemente el estado del arte para situar este trabajo dentro del contexto de otros trabajos similares; en el siguiente apartado se analizan las técnicas de casos de uso y análisis de tareas y se indica su uso en el entorno propuesto. A continuación se presenta brevemente OASIS<sup>1</sup> [Let98], el modelo orientado a objetos que establece el marco de trabajo donde se propone el entorno de desarrollo de interfaces de usuario, entorno que se describe en el apartado cuarto. Finalmente se introducen los criterios de usabilidad necesarios en este proceso de desarrollo de interfaces de usuario.

---

<sup>1</sup> Open and Active Specification of Information Systems

## 2. Estado del Arte.

De entre las herramientas software de generación de interfaces de usuario basadas en modelos [Pue94b] construidas, podemos destacar las siguientes: UIDE [Fol95], ADEPT [Joh95], HUMANOID [Sze93], ITS [Wie90], MECANO [Pue94a], MOBI-D [Pue96], AME [Mär96], FUSE [Lon96], MASTERMIND [Sze96], TRIDENT [Bod95], [Bod96], GENIUS [Jan93], JANUS [Bal96], TADEUS [Elw95], IDEAS, modelo propuesto para OASIS.

A modo de resumen, en la siguiente tabla se indica el alcance de cada una de ellas:

	Tarea	Dominio	Usuario	Diálogo	Presentación
UIDE		<sup>6</sup> Clases C++			
ADEPT	<sup>6</sup>		<sup>6</sup>		
MASTERMIND	<sup>6</sup>	<sup>6</sup> CORBA IDL			<sup>6</sup>
MECANO		<sup>6</sup>			
MOBI-D	<sup>6</sup>	<sup>6</sup> Modelo Objetual MIMIC	<sup>6</sup>	<sup>6</sup>	<sup>6</sup>
TRIDENT	<sup>6</sup>	<sup>6</sup> Modelo E-R			
AME		<sup>6</sup> Modelo OO			
GENIUS		<sup>6</sup> Modelo E-R		<sup>6</sup>	
FUSE	<sup>6</sup>	<sup>6</sup> Especificación Algebraica	<sup>6</sup>	<sup>6</sup>	
JANUS		<sup>6</sup> Modelo OO			
TADEUS	<sup>6</sup>	<sup>6</sup> Modelo OO	<sup>6</sup>	<sup>6</sup>	
IDEAS	<sup>6</sup>	<sup>6</sup> Modelo OO	<sup>6</sup>	<sup>6</sup>	<sup>6</sup>

Tabla 1. Modelos declarativos y su aplicación en diferentes entornos de desarrollo de IUs.

## 3. Casos de Uso y Análisis de Tareas.

Los casos de uso son una técnica ampliamente utilizada en ingeniería de requisitos orientada a objetos ya que proporcionan un buen mecanismo para determinar los límites de un sistema así como para describir requisitos. Los casos de uso describen los sistemas desde el punto de vista del usuario en términos de los requisitos funcionales y por tanto se pueden considerar como el punto de partida para poder especificar las necesidades de los usuarios finales. Sin embargo, una de sus principales deficiencias es que no capturan requisitos no funcionales tales como

fiabilidad, eficiencia, mantenibilidad, portabilidad y sobre todo usabilidad, que son sin duda factores críticos para la aceptación de un sistema por parte de los usuarios finales, y tampoco sirven para capturar las necesidades de los usuarios, aspecto esencial a la hora de desarrollar interfaces de usuario.

Los casos de uso fueron introducidos en el método OOSE (Object-Oriented Software Engineering) por Jacobson [Jac92] y servían principalmente para capturar la funcionalidad del sistema (requisitos funcionales) desde el punto de vista del usuario final y para asegurar la trazabilidad de los requisitos, es decir, servían de hilo conductor a lo largo del proceso de desarrollo del software.

Los casos de uso normalmente se emplean, y así se hace en este trabajo, en la fase de definición de requisitos donde su papel es identificar la forma en la que será usado el futuro sistema.

Por otra parte, el Análisis de Tareas es una técnica utilizada en el análisis de requisitos de la interfaz de usuario. El análisis de tareas proporciona información acerca de cómo los usuarios llevan normalmente a cabo su trabajo y sirve para identificar la funcionalidad que debería proporcionar la interfaz de usuario del futuro sistema.

Ambos son conceptos muchas veces confundidos, por lo que en este apartado se pretende clarificar y distinguir el uso que se hace en este trabajo de estos conceptos.

Las técnicas de análisis de casos de uso normalmente son utilizadas por ingenieros de software involucrados en el desarrollo de sistemas orientados a objetos, mientras que las técnicas de análisis de tareas se utilizan principalmente en el área HCI con relación al análisis de requisitos para el desarrollo de interfaces de usuario. En este trabajo se utilizan para identificar las tareas que debe llevar a cabo el usuario para conseguir sus objetivos. Estas tareas se recogen en el modelo de tareas, uno de los 5 modelos que constituyen el modelo de interfaz propuesto.

El término “caso de uso” no tiene una definición fija, de hecho un reciente estudio [Hur97], ha identificado más de treinta variantes de casos de uso y técnicas relacionadas. En este trabajo se utiliza una variante de la propuesta por Cockburn [Coc97], que es muy similar a la propuesta originalmente en [Jac92] pero mucho más fácil de comprender y utilizar.

Cockburn proporciona las siguientes definiciones:

Un *escenario* es una secuencia de interacciones que ocurren bajo ciertas condiciones para conseguir el objetivo del actor principal, y que tienen un resultado determinado con respecto a ese objetivo. Las interacciones comienzan a partir de una acción de disparo (trigger) y continúan hasta que el objetivo es alcanzado o abandonado por alguna razón.

Un *caso de uso* es una colección de posibles escenarios entre el sistema y los actores externos, caracterizados por el objetivo del actor principal y que muestra cómo dicho objetivo puede ser completado con éxito o puede fallar.

Destacar que al ser el objetivo el hilo conductor a la hora de identificar los casos de uso según la aproximación de Cockburn, hace que la correspondencia con el análisis de tareas donde el énfasis está en comprender las tareas del usuario en términos de las actividades que tiene que llevar a cabo para conseguir el objetivo perseguido sea mucho más fácil y natural. En este trabajo se considera que un caso de uso se corresponde con una o más tareas de usuario.

#### 4. OASIS como Lenguaje de Especificación de Interfaces de Usuario.

El modelo OASIS provee una rica expresividad semántica para la especificación de modelos conceptuales bajo el paradigma orientado a objetos. La presentación de OASIS 3.0 como lenguaje, junto con su gramática se encuentra detallada en [Let98]. En este apartado y a modo de presentación, se describen brevemente sus características principales. Uno de los objetivos a realizar en el trabajo de investigación que se lleva a cabo es precisamente realizar las extensiones, tanto sintácticas como semánticas, necesarias para que sirva como soporte formal del proceso de desarrollo de interfaces de usuario.

En OASIS, los bloques básicos de construcción en un sistema de información son los *objetos*. Un **objeto** OASIS es un proceso observable [Ram93] que encapsula estado y comportamiento. Cada objeto tiene un identificador (oid) que será único y lo distingue de cualquier otro objeto que haya existido, exista o pueda existir. Los objetos poseen propiedades, representadas en el modelo a través de la noción de *atributo*.

El estado de un objeto viene dado por el conjunto de valores de sus atributos, de forma que un cambio en alguno de dichos valores representará un cambio de estado. La causa de que se produzca un cambio de estado en un objeto se denomina *evento*. La ocurrencia de un evento en la vida de un objeto sólo tendrá éxito si el objeto se encuentra en un estado que verifica la *precondición* asociada a dicho evento. Además, no todos los estados de los objetos van a ser estados permitidos; en este sentido, el modelo permite la definición de *restricciones de integridad* que definen precisamente qué estados serán aceptables en la vida de los objetos, en términos de valores permitidos para los atributos.

Los objetos no están aislados. La interacción entre objetos se modela en OASIS de dos formas: mediante compartición de eventos y relaciones de disparo. Las relaciones de disparo, representadas en el modelo OASIS por *triggers*, introducen actividad en la sociedad de objetos, permitiendo que un objeto actúe como agente de un evento de otro objeto cuando se satisfagan en él determinadas condiciones.

Los objetos que comparten las mismas propiedades se agrupan en *clases*. Un objeto individual es una *instancia* o ejemplar de una clase. En este sentido, la sociedad de objetos de nuestro modelo OASIS está compuesta de las siguientes clases de objetos:

Las **clases primitivas** o dominios están constituidas por "objetos" que tienen un único estado y que siempre existen. En general, abarcan el dominio de los tipos abstractos de datos (TAD). La sociedad de objetos se construirá tomándolos como nivel estructural básico sobre el que se declaran las demás clases de objetos.

A partir de los dominios se construyen las **clases elementales**. Estas vienen caracterizadas por el tipo que una colección de objetos comparte. En el tipo se definen los atributos, los eventos, las restricciones de integridad, las precondiciones, las relaciones de disparo, las transacciones y la parte proceso que caracterizan a los objetos de la clase.

Mediante un mecanismo constructivo, se definen las **clases complejas** a partir de las clases elementales o de otras clases complejas definidas de antemano, aplicando

sobre ellas los operadores de clases. Los operadores más utilizados son la *especialización*, *agregación*, *generalización*, *asociación* y la *composición paralela*.

El modelo objetual visto está soportado por el lenguaje OASIS. OASIS es un lenguaje formal de especificación para sistemas de información abiertos y activos, según el modelo OO presentado. El marco formal viene dado por la lógica dinámica, propuesta por Harel [Har84]. En este trabajo, se utiliza la versión OASIS 3.0 [Let98], basada en la lógica dinámica que permite, entre otras cosas, representar los operadores de obligación, prohibición y permiso usados en lógica deóntica.

## 5. IDEAS<sup>2</sup>: Desarrollo de Interfaces de Usuario en un Entorno de Producción Automática de Software Orientado a Objetos.

El objetivo de este trabajo es la integración de un Modelo de Interfaz de Usuario dentro del entorno de desarrollo de software definido por el modelo OASIS presentado en el apartado anterior, a partir del cual se pueda generar la interfaz de la aplicación. El proceso de especificación de la Interfaz de Usuario se realiza de forma paralela al desarrollo de lo que es la aplicación en sí. Este proceso de desarrollo se puede ver en la figura 1. De esta forma, IDEAS [Loz99b, Loz00] pretende ser un sistema de desarrollo automático de Interfaces de Usuario integrado en el marco de trabajo de OASIS para soportar de forma automática la producción de interfaces de usuario de alta calidad.

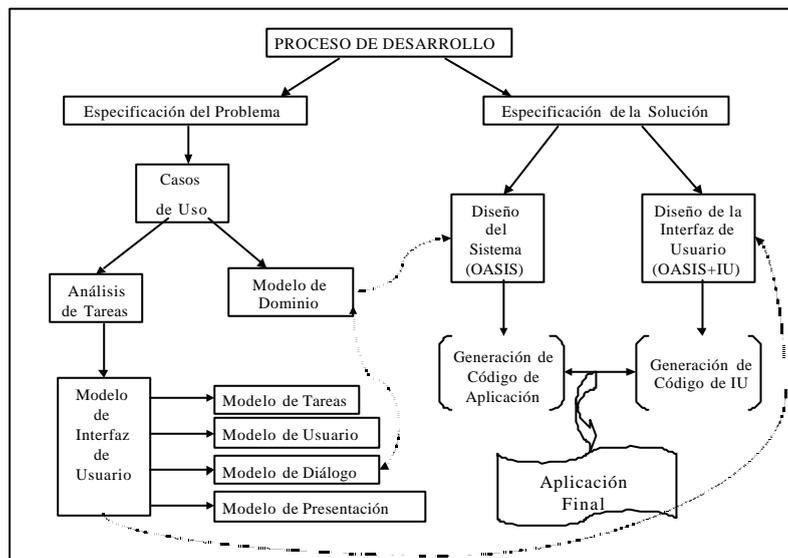


Fig. 1. Integración del proceso de desarrollo de interfaces de usuario en el marco de OASIS.

A continuación describimos este proceso de desarrollo por niveles y siguiendo el orden en el que se van desarrollando los diferentes modelos que conforman nuestra propuesta. En la figura 2 se representa este desarrollo.

<sup>2</sup> Interface Development Environment within OASIS

A nivel de requisitos se emplea la técnica de casos de uso [Jac92]. En esta primera etapa y en relación con cada caso de uso se van identificando los diferentes tipos de usuarios del sistema. Posteriormente cada caso de uso se refina y se especifican las políticas del negocio, entidades y actores que participan en él.

A nivel del análisis se generan, en primer lugar el Modelo de Tareas, identificando para cada caso de uso de la fase anterior la/s tarea/s correspondiente/s.

A continuación se realiza el Modelo de Dominio, que en este caso viene dado por el Diagrama de Secuencia asociado a cada uno de los casos de uso (tareas) identificados previamente, que define el comportamiento del sistema, y el Modelo de Roles, que define la estructura de las clases que intervienen en el diagrama de secuencia asociado junto con la relación existente entre ellas especificando el rol que desempeña cada una de las clases en ese caso concreto.

Una vez definidos el modelo de tareas y el modelo de dominio, se define el Modelo de Usuario. Para cada tipo de usuario del sistema se establece el subconjunto de tareas que le están permitidas llevar a cabo. A su vez para cada una de esas tareas se establece una proyección de las acciones que dentro de esa tarea puede o no acometer. Y por último y de acuerdo a las características particulares (independientes de la aplicación) del usuario se establece la forma más adecuada de mostrar la información.

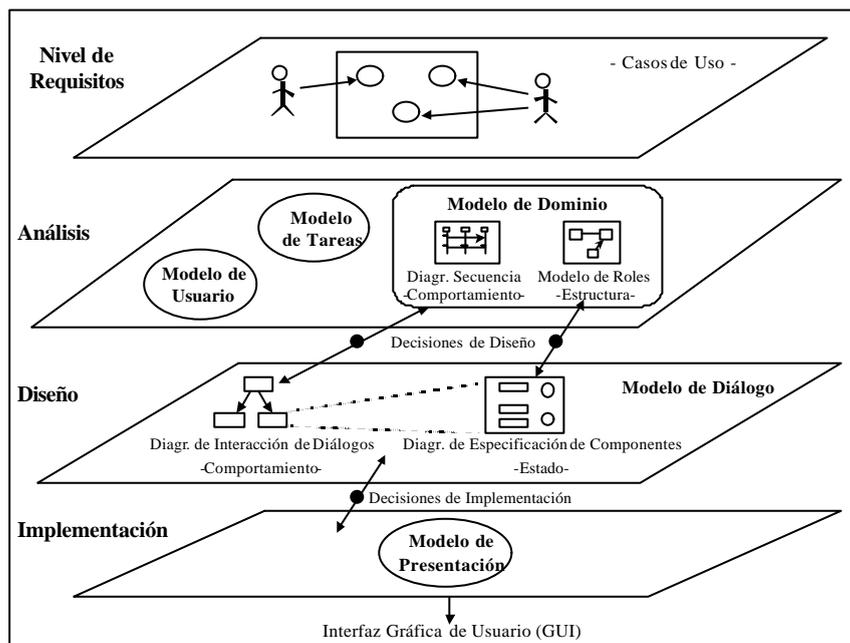


Fig. 2. Proceso de desarrollo de interfaces de usuario propuesto.

A nivel de diseño se elabora el Modelo de Diálogo [Loz99a]. Hasta ahora los modelos generados no contienen ningún aspecto gráfico o de contenido de la interfaz de usuario. Es a partir de aquí cuando se empiezan a diseñar estos aspectos y se hace especial hincapié en cómo se llevará a cabo la interacción del usuario con el sistema.

El modelo de diálogo consta de dos diagramas: el Diagrama de Interacción de Diálogos y el Diagrama de Especificación de Componentes. El primero especifica el

comportamiento de la IU, es decir, las transiciones de ventanas o diálogos que van teniendo lugar en función de las selecciones que sobre la IU va haciendo el usuario. Para generar este diagrama se tiene en cuenta el Diagrama de Secuencia elaborado en la etapa de análisis. En función de las decisiones de diseño que tome el diseñador de la IU se establece la secuencia de ventanas o diálogos necesarios para llevar a cabo el comportamiento requerido. Un ejemplo de este diagrama se puede ver en la siguiente figura.

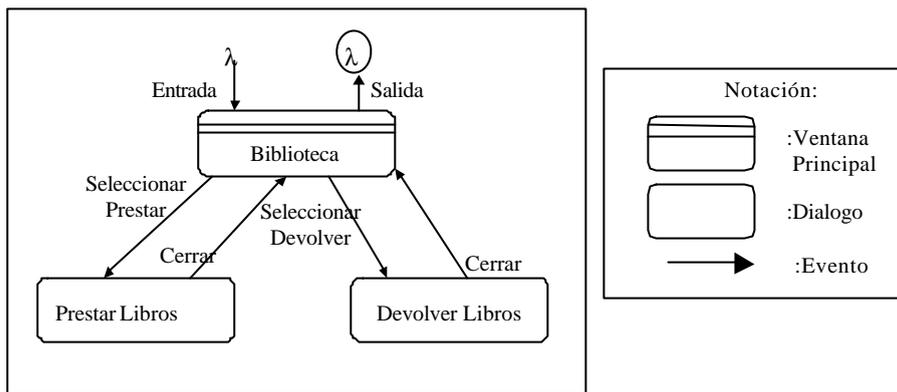


Fig. 3. Diagrama de Interacción de Diálogos.

El segundo diagrama consiste en establecer, para cada una de las ventanas o diálogos resultantes del primer diagrama, el conjunto de herramientas de control y de visualización necesarios para dotarlos de la funcionalidad requerida para llevar a cabo la tarea de usuario en cuestión. Este segundo diagrama define el estado de la IU tal y como se muestra en la figura 4.

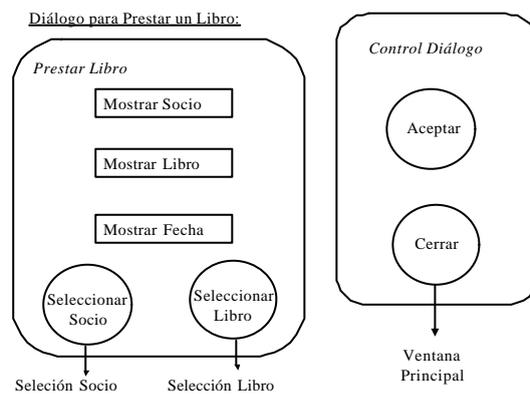


Fig. 4. Diagrama de Especificación de Componentes.

En el ámbito de la implementación se genera el Modelo de Presentación. En este caso y en función de las decisiones de implementación que se tomen, la plataforma final de implementación y de acuerdo a la guía de estilo seguida, se especifican los

objetos de interacción concretos que formarán parte de la interfaz gráfica de usuario (GUI).

## **6. Usabilidad. Aspecto esencial en el desarrollo de interfaces de usuario.**

El objetivo principal a la hora de construir software es facilitar a los usuarios la consecución de objetivos concretos de forma sencilla. Esto es, conseguir que el sistema sea fácil de aprender y de recordar su manejo, sea útil, es decir, contenga las funciones que los usuarios necesitan en su trabajo, y que su manejo sea fácil y agradable. En definitiva el objetivo básico es conseguir un sistema con un alto grado de “*usabilidad*”[Gou85].

Los sistemas construidos con criterios de usabilidad tienen una serie de ventajas tales como la mejora de la productividad, la reducción del coste y del tiempo de aprendizaje, y el incremento de la autonomía de los usuarios finales.

Es más, Landauer [Lan95] observó que el 80% de los costes de mantenimiento – lo que representa el 80% del total de los costes del desarrollo de software – se deben a problemas de los usuarios con el sistema y no a problemas técnicos. Además indica que el 64% de éstos coste están relacionados con problemas de usabilidad. Además, varios estudios sobre el tema de la productividad en herramientas software concluyen que la facilidad de uso y aprendizaje son unas de las razones más importante a la hora de incrementar de forma efectiva la productividad de los usuarios del software.

Esta situación resalta la importancia de la usabilidad y justifica la necesidad de incorporarla antes, durante y después del desarrollo de sistemas software. Esto significa que el desarrollo de las aplicaciones informáticas es una actividad multidisciplinar que incorpora factores humanos y técnicas y conocimientos ergonómicos con el objetivo de mejorar las condiciones de trabajo del usuario final.

Como plantea B. Shneiderman [Shn98], dentro de lo que se denomina “ingeniería de la usabilidad”, una de las bases para alcanzar altas cotas de calidad es utilizar métodos de diseño iterativo que permitan realizar pruebas tempranas sobre prototipos, revisiones basadas en la retroalimentación de las observaciones y reacciones de los usuarios y los refinamientos sucesivos propuestos por los expertos en usabilidad. A su vez, J. Nielsen [Nie93] plantea que el modo más barato de aplicar con éxito los criterios de usabilidad es realizar el mayor esfuerzo posible antes de que el proceso de diseño de la presentación de la interfaz comience. En este aspecto lo más importante es realizar un estudio previo que permita “conocer a los usuarios”. Este conocimiento no sólo se basa en estudiar sus características o habilidades individuales sino que también es necesario conocer las tareas que necesitan realizar. Igualmente dentro del ámbito de la ingeniería de la usabilidad es importante que los usuarios puedan realizar evaluaciones (test de usabilidad) sobre prototipos del sistema final, con lo que pueden aportar mejorar a incorporar en la siguiente versión.

Por ello, nuestra propuesta incluye modelos de alto nivel que permitan “conocer a los usuarios”. En este punto, IDEAS propone la utilización de modelos de casos de uso, modelos de tareas y modelos de usuario. Los primeros permiten describir de

manera precisa las tareas que realiza cada tipo de usuario, y el último nos ayuda a especificar las características individuales de los diferentes usuarios.

Tras conocer a los usuarios y las tareas que realizan, se propone un estudio que permita establecer las metas o criterios básicos de usabilidad que el sistema debe alcanzar. Esta definición permitirá más adelante realizar test de usabilidad asociadas a dichos criterios.

En las últimas etapas del desarrollo, a la hora de diseñar el modelo de presentación, el diseñador debe tener presente diferentes guías de estilo y heurísticas que le permitan mejorar la usabilidad de sus diseños. A su vez, a partir de dichos modelos de presentación se generan los prototipos de las interfaces. Estos prototipos son evaluados (test de usabilidad) por los usuarios finales de la aplicación.

Finalmente, todo lo anterior se integra dentro de un proceso de diseño iterativo. Este permite realizar el proceso de retroalimentación introduciendo en el desarrollo de la interfaz la información recogida en las pruebas realizadas por los usuarios, mejorando notablemente la usabilidad de las interfaces diseñadas.

## **7. Conclusiones.**

En este trabajo se ha tratado el tema de la generación de interfaces de usuario dentro del proceso de desarrollo de software orientado a objetos. Este desarrollo se lleva a cabo aplicando técnicas de casos de uso y análisis de tareas, que nos llevan a la construcción de los diferentes modelos que constituyen el modelo de interfaz de usuario, y que representan cada uno de ellos los diferentes aspectos involucrados en la construcción de la interfaz.

Junto a lo anterior se ha descrito el modo en que se incorporan los criterios y tareas encaminadas a conseguir interfaces de alta usabilidad. Se han descrito qué modelos aportan información relevante dentro del desarrollo de sistemas usables y se han introducido ciertas tareas encaminadas a mejorar dicha usabilidad. Finalmente se ha planteado un proceso de diseño iterativo que permite incorporar las sucesivas mejoras que los usuarios introducen en el proceso de diseño.

## **8. Referencias.**

- [Bal96] H. Balzert et al.: The JANUS application Development Environment Generating More than the User Interface. In: *Computer-Aided Design of User Interfaces*. Namur: Namur University Press, 1996, 183-205.
- [Bod95] F. Bodart et al.: Towards a Systematic Building of Software Architectures: the TRIDENT Methodological Guide. In: *Design, Specification and Verification of Interactive Systems*. Wien: Springer, 1995, 262-278.
- [Bod96] F. Bodart et al.: Key Activities for a Development Methodology of Interactive Applications. In: *Critical Issues in User Interface Systems Engineering*. London: Springer, 1996, 109-134.
- [Coc97] A. Cockburn: Structuring Use Cases with Goals. *Journal of Object-Oriented Programming*, 10(5) y 10(7), 1997. <http://members.aol.com/acockburn/papers/usecases.htm>

- [Elw95] T. Elwert, E. Schlunbaum: Modelling and Generation of Graphical User Interfaces in the TADEUS Approach. In: Designing, Specification and Verification of Interactive Systems. Wien: Springer, 1995, 193-208.
- [Fol95] J. Foley, P. Sukaviriya: History, Results and Bibliography of the User Interface Design Environment (UIDE), an Early Model-based System for User Interface Design and Implementation. In F. Paterno (ed.): Interactive Systems: Design, Specification and Verification. Berlín: Springer, 1995, 3-14.
- [Gou85] J.D. Gould, C. Lewis. Designing for usability: key principles and what designers think. Communications of the ACM, (1985)28, 300-311.
- [Har84] D. Harel: Dynamic Logic, In Handbook of Philosophical Logic II, editors D.M. Gabbay, F. Guenter ; pags, 497-694. Reidel 1984.
- [ISO98] Human-Centered Design Processes for Interactive Systems. Draft of the ISO-DIS 13407 International Standard. 1998
- [Jac92] I.Jacobson, M. Christerson, et al.: Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach. Addison-Wesley, 1992.
- [Jan93] C. Janssen: Generating User Interfaces from Data Models and Dialog Net Specifications. In: Bridges between Worlds. Proceedings InterCHI'93 (Amsterdam, April 1993). New York: ACM Press, 1993, 418-423.
- [Joh95] P. Johnson, H. Johnson, S. Wilson: Rapid Prototyping of User Interfaces Driven by Task Models. In: J. Carroll (ed.) Scenario-Based Design. London: John Wiley & Son, 1995, 209-246
- [Lan95] Landauer, T.K. "The Trouble with Computers: Usefulness, Usability and Productivity. MIT Press, 1995.
- [Let98] P. Letelier, I. Ramos, P. Sanchez, O. Pastor. OASIS versión 3.0: A Formal Approach for Object Oriented Conceptual Modelling. SPUPV-98.4011. Edited by the Technical University of Valencia, Spain, 1998.
- [Lon96] F. Lonczewski: The FUSE System: An Integrated User Interface Design Environment. In: Computer-Aided Design of User Interfaces. Namur: Namur University Press, 1996, 37-56.
- [Loz00] M. Lozano, I. Ramos, P. González. User Interface Specification and Modeling in an Object Oriented Environment for Automatic Software Development. 34th International Conference on Technology of Object-Oriented Languages and Systems. TOOLS-USA 2000. Santa Barbara, CA. 30 Julio - 3 Agosto, 2000
- [Loz99a] M. Lozano, I. Ramos: An Object Oriented Approach for the Specification of User Interfaces. PACRIM'99, Victoria -Canadá- Agosto, 1999.
- [Loz99b] M. Lozano, I. Ramos: Integration of the User Model and Human Factors in an Object Oriented Software Production Environment. ECOOP'99, Lisboa -Portugal-, Junio, 1999.
- [Mär96] C. Märtin: Software Life Cycle Automation for Interactive Applications: The AME Design Environment. In: Computer-Aided Design of User Interfaces. Namur: Namur University Press, 1996, 57-74.
- [Nie93] J. Nielsen. Usability Engineering. Morgan Kaufmann, 1993.
- [Pas92] O. Pastor. Diseño y Desarrollo de un Entorno de Producción Automática de Software Basado en el Modelo Orientado a Objetos. Tesis Doctoral. Departamento de Sistemas Informáticos y Computación. Universidad Politécnica de Valencia. 1992.
- [Pue94a] A. Puerta et al.: Beyond Data Models for Automated User Interface Generation. In: People and Computers IX. Proceedings British HCI'94 (Glasgow UK, Agosto 1994). Cambridge: Cambridge University Press, 1994, 353-366.
- [Pue94b] A. Puerta, P. Szekeley: Model-based Interface Development. CHI'94 Tutorial Notes, 1994.
- [Pue96] A. Puerta: The Mecano Project: Comprehensive and Integrated Support for Model-Based Interface Development. In: Computer-Aided Design of User Interfaces. Namur: Namur University Press, 1996, 19-36.

- [Ram93] Ramos, I. et. al., Objects as observable processes, in Proc. of the 4th International Workshop on the Deductive Approach to Information Systems and Databases, Tech. Report, DLSI, U. P. Catalunya, 1993.
- [Shn98] B. Shneiderman. Designing the User Interface. Strategies for Effective Human-Computer Interaction. Addison Wesley, 1998.
- [Sze93] P. Szekely et al: Beyond Interface Builders: Model-Based Interface Tools. In: Bridges between Worlds. Proceedings InterCHI'93 (Amsterdam, April 1993). New York: ACM Press, 1993, 383-390.
- [Sze96] P. Szekely, et al.: Declarative Interface Models for User Interface Construction Tools: The MASTERMIND Approach. In: Engineering for Human-Computer Interaction. Proceedings of the IFIP Conference on Engineering for Human-Computer Interaction (Yellowstone Park, Agosto 1995). London: Chapman & Hall, 1996, 120-150
- [Wie90] C. Wiecha et al.: ITS: A Tool for Rapidly Developing Interactive Applications. ACM Transactions on Information Systems 8 (1990), 3, 204-236.

# Aplicación de técnicas formales en el diseño de sistemas cooperativos

M. Gea, F.L. Gutiérrez

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Granada  
E.T.S.I. Informática. Av. Andalucía, 38, 18031-Granada  
<http://giig.ugr.es>  
[mgea@ugr.es](mailto:mgea@ugr.es), [fgutierr@ugr.es](mailto:fgutierr@ugr.es)

**Resumen.** La constante evolución de los modelos sociales y de la organización de trabajo obligan a afrontar nuevos retos y estrategias en el diseño de sistemas interactivos. En esta dirección se observa una demanda creciente hacia sistemas basados en el trabajo en grupo. Para abordar la complejidad inherente de estos sistemas cooperativos se presenta un modelo formal que permita analizar las propiedades relevantes desde el punto de vista del grupo. Presentaremos un ejemplo de tareas cooperativas y analizaremos las implicaciones que se deducen de este modelo sobre el diseño del sistema.

**Palabras clave:** Métodos Formales, Sistemas Interactivos, CSCW, técnicas de diseño.

## 1. Introducción

El diseño de aplicaciones deben estar encaminadas las demandas sociales, y uno de estos requisitos es la propia organización del trabajo [1]. Conceptos tales como *aldea global*, Internet, correo electrónico o la telefonía móvil se utilizan hoy en día de forma habitual y de hecho, estos medios nos permiten caracterizar la forma de comunicación de la sociedad del final del siglo XX. Este cambio tecnológico está acompañado por una nueva manera de entender el modo de trabajo basado en una tendencia creciente hacia la colaboración entre personas para la realización de un determinado objetivo. El trabajo se organiza en equipo y cada miembro interactúa con el resto para obtener una mejor productividad, y en este sentido, el contexto del trabajo donde se enmarca el usuario cobra una gran importancia a la hora de diseñar el sistema interactivo. Las aplicaciones deben por tanto recoger los factores organizativos mediante un desarrollo cooperativo que fomente la interoperabilidad [2].

El Trabajo Cooperativo Asistido por Ordenador, CSCW (*Computer-Supported Cooperative Work*) es una nueva área de investigación orientada al estudio del humano dentro del contexto de trabajo así como del diseño de herramientas que den soporte al trabajo en grupo. El trabajo cooperativo se sustenta sobre los siguientes mecanismos de interacción: la **comunicación** (intercambio de información entre usuario usando los medios disponibles a tal efecto), la **colaboración** (actividad

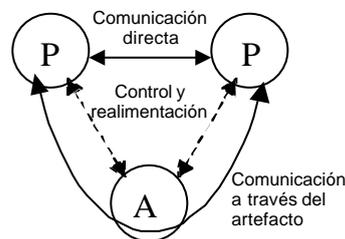
inherente de grupo en la que se comparte responsabilidad en las tareas) y **coordinación** (proceso de integración y ajuste del trabajo individual para la consecución de un objetivo común).

Existen gran variedad de aplicaciones que se enmarcan dentro de CSCW, y se pueden clasificar por su dimensión temporal (síncrona/asíncrona) y espacial (nivel de transporte de los participantes) [3]. En este artículo abordaremos el estudio de un tipo de entorno cooperativo síncrono denominado CVE (Entornos Virtuales Cooperativos), ya que son aquellos que pueden ofrecer mayores prestaciones al trabajo en grupo.

El diseño de estos sistemas es demasiado complejo por la cantidad de parámetros que se deben tener en cuenta, por lo que a menudo han sido estudiados desde diferentes ámbitos (sociología, psicología, sistemas distribuidos) pero con una aproximación parcial [4]. En este sentido, los métodos formales pueden suministrar un medio adecuado para representar las características más relevantes de los sistemas cooperativos y que han sido utilizados con éxito para recoger requisitos de sistemas interactivos [5]. Para este estudio, partiremos de una descripción formal abstracta sobre la que analizaremos propiedades generales de estos sistemas. A continuación, propondremos la conexión de estas propiedades con aspectos concretos del diseño de entornos cooperativos.

## 2. El escenario de cooperación virtual

La modelización de un sistema cooperativo debe contemplar una gran variedad de aspectos relacionados con aspectos sociales y organizativos [6]. Un entorno virtual cooperativo se caracteriza porque varios participantes se comunican entre sí mientras que comparten un escenario común de forma síncrona. Podemos encontrar ejemplos en espacios de realidad virtual, editores cooperativos, videoconferencia, reuniones presenciales virtuales, etc. En este marco de trabajo, los participantes (P) comparten un artefacto común (A) que se utiliza para la comunicación y realización de tareas comunes. La figura 1 muestra cómo el proceso de comunicación se utiliza a través del artefacto en vez de usar la comunicación directa [7]. En este ámbito se deberá estudiar la coordinación entre participantes, los problemas de comunicación y sincronización sobre los objetos de interés en el entorno virtual compartido.



**Fig 1.** Comunicación entre participantes (P) a través del artefacto (A)

Para establecer una comunicación entre personas (P-P) sobre este modelo se incluye un nivel adicional basado en la comunicación entre persona-artefacto (P-A) que puede ocasionar posibles interferencias con el propósito que se persigue. Sin embargo, la comunicación usando como soporte el ordenador ofrece otro tipo de ventajas como son la disponibilidad de diferentes medios de transmisión de la información (texto, imágenes, modelos 2D/3D) e interacción (voz, gestos, manipulación) que en otros casos está limitada a soportes tradicionales (teléfono, carta, etc.).

Existen multitud de aplicaciones que pueden enmarcarse dentro de este ámbito. Por ejemplo, las clases a distancia, las reuniones de trabajo, el diseño de un modelo común, etc., que favorece la comunicación entre personas distantes utilizando las facilidades que ofrecen las nuevas tecnologías. Sin embargo, el problema que surge no es meramente técnico (problema de sincronización y distribución del trabajo), sino que el diseño del sistema debe reflejar los modelos sociales y de organización del trabajo para que realmente sea efectivo y aplicable a entornos reales.

Un ejemplo de CVE es un sistema de Realidad Virtual para el diseño de edificios. Las ventajas que ello supone es que los participantes (arquitecto, constructor, cliente, etc.) comparten un mismo diseño en un formato inteligible para todos (un modelo volumétrico real en lugar de planos bidimensionales) y que pueden realizar modificaciones independientemente de la ubicación geográfica de cada uno (como por ejemplo, la alteración de tabiques a petición del usuario).

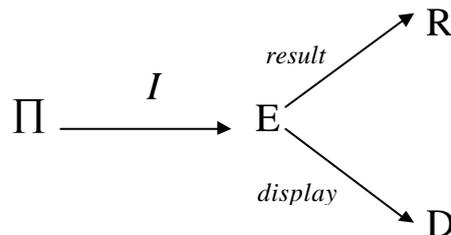
Algunas propiedades generales destacables de estos sistemas, y que deberían ser tenidas en cuenta, son las siguientes.

1. Los usuarios comparten el espacio de trabajo con otros participantes. Por tanto, en el mismo intervalo de tiempo existe una interacción persona-ordenador y persona-persona.
2. Estos participantes cooperan para realizar las tareas. La comunicación y colaboración en el grupo mejora el rendimiento humano a través de la participación activa de todos los integrantes.
3. Estos participantes pueden tener diferentes privilegios en el entorno (el arquitecto puede modificar el edificio mientras que el cliente sólo puede caminar a través de él). Estos privilegios representan roles y modos de organización social.
4. Existen múltiples formas de realizar las tareas. Disponemos de dispositivos y medios de comunicación (gestual, voz, manipulación...)
5. La cooperación se realiza en tiempo real por lo que se debe sincronizar los distintos participantes. Se debe partir de la premisa que todos los participantes *“deberían ver el mismo entorno al mismo tiempo”*

### 3. Descripción Formal de un Sistema Cooperativo

El diseño de un sistema cooperativo es una tarea compleja por la variedad de matices y propiedades que debe preservar relativas a los usuarios (percepción del grupo), al sistema (sincronización de actividades) y a la propia organización del trabajo (definición de tareas). En este sentido, nos vamos a centrar en el estudio de este tipo de sistemas mediante la ayuda de un modelo formal abstracto que nos permita razonar sobre las propiedades del mismo como paso previo al proceso de diseño. Existe una larga tradición el área de HCI en el uso de métodos formales para el diseño de sistemas interactivos [5] ya que permiten analizar propiedades que conforman los requisitos del sistema. Estos estudios formales se han extendido para el análisis de sistemas cooperativos centrándose principalmente en el diseño de tareas en grupo [8], modelos de coordinación [9], y en la conexión con arquitectura de diseño de software cooperativo [10]. Sin embargo, estos modelos se centran en aspectos parciales del sistema (relaciones entre usuarios y conexión con diseño). Nuestra intención es el análisis de las propiedades inherentes de este tipo de sistemas, por lo que necesitamos un modelo abstracto que nos permita describir el comportamiento externo del sistema sin tener en cuenta su estructura interna. Para ello partimos de un modelo simple (el modelo PIE [11]) de caja negra que describe un sistema interactivo en términos de posibles entradas del usuario y el efecto que éstas producen en el mismo, y vamos a proponer una extensión para recoger la noción de usuarios, tareas y entorno cooperativo.

En la figura 2 se muestra el modelo PIE-extendido, en el cual la entrada  $\Pi = (C \times U)^*$  es una secuencia de tuplas donde  $C$  representa el dominio de órdenes y  $U$  el dominio de usuarios,  $I$  es la función de interpretación de esas entradas en el dominio de efectos ( $E$ ), y que a su vez se pueden descomponer en un resultado alcanzado en el sistema ( $R$ ) y la observación de los efectos en el conjunto de displays  $D = \{d_0, d_1, \dots, d_i\}$  donde el subíndice denota la relación entre el display y usuario.



**Fig 2.** Modelo PIE extendido

En este modelo podemos recoger la noción de usuario (cada entrada que se produce en el sistema puede ser realizada por un usuario diferente) y la noción de entorno común compartido, ya que el estado que alcanza el sistema es único. Sin embargo podemos comprobar que cada usuario puede tener una visión diferente del sistema ya que cada usuario tiene asignado un modo de visualización diferente para la observación del efecto alcanzado. Con esta extensión, podemos considerar el modelo PIE como un caso particular restringido a un único usuario con un único display.

Sobre la secuencia de entrada  $\Pi$  se define el operador de composición  $(p_i, p_j \in \Pi)$  como la concatenación de tuplas en orden temporal  $(p_i \cdot p_j \in \Pi)$ .

### 3.1 Propiedades

La ventaja de los modelos abstractos es que permiten realizar un estudio de las propiedades relevantes al sistema sin entrar en detalles internos, observando el comportamiento del sistema desde una visión externa (modelo de caja negra). Esta percepción nos permite inferir propiedades relacionadas con el punto de vista de los participantes (acerca de cómo ve el usuario el sistema). Por ejemplo, una de las características que se han comentado de este tipo de sistemas es que varios participantes comparten un entorno común. Podríamos por tanto analizar la *visibilidad* que poseen unos participantes de otros, es decir, si cualquier usuario puede observar el efecto producido por otro participante. Esto lo podríamos enunciar formalmente del siguiente modo:

$$\text{display}_i I(p_o \cdot (c_m, u_j) \cdot p_k) \neq \text{display}_i I(p_o \cdot p_k), \forall p_o, p_k \in \Pi, \forall c_m \in C, \forall u_i, u_j \in U$$

Es decir, el efecto de las acciones que realiza otro participante son reflejadas y notificadas al resto de participantes. Por ejemplo, pueden actuar simultáneamente un decorador y un pintor para la recreación del piso piloto, y la mutua interacción mejora el resultado final.

Otra característica es la colaboración entre participantes. Podríamos caracterizar el proceso de colaboración en este tipo de sistemas si se satisface que existe un cierto objetivo  $(r \in R)$  y una secuencia de entrada  $(\tau \in \Pi)$  tal que se verifica lo siguiente:

$$\exists r \in R / \text{result}(I(\tau)) = r \wedge \tau = (p_o \cdot (c_m, u_i) \cdot \dots \cdot (c_n, u_j) \cdot p_k), \forall p_o, p_k \in \Pi, \forall c_m, c_n \in C, u_i, u_j \in U$$

Para lograr un objetivo, existirá una secuencia de entrada en la cual interviene al menos dos participantes para su realización. Podemos considerar que un sistema es colaborativo si al menos posee una tarea que necesite de la participación de más de un usuario. Por ejemplo, el arquitecto modifica la posición de las cocinas a instancias del aparejador para mejorar la distribución general.

Otra propiedad relativa al modelo mental de cada usuario es la *predecibilidad*, es decir, el predecir el comportamiento futuro del sistema a partir del estado actual. Si bien esta propiedad es clara en un sistema interactivo, puede prestar a confusión en un sistema donde hay más de un participante realizando tareas sobre el sistema. Se puede ver desde dos puntos de vista complementarios: el usuario puede predecir el comportamiento futuro sin ser afectado por la participación de otros usuarios en el sistema, o bien, cualquier modificación que ocurra en el sistema será notificada al usuario para que tenga constancia del cambio. Esta situación se puede expresar del siguiente modo. Dado  $r \in R$ , representando el efecto de la tarea del usuario  $u_i$ , se debe satisfacer la siguiente relación:

$$\forall u_j \in U, c_k \in C \\ r = \text{result}(I(p_1 \cdot p_m)) = \text{result}(I(p_1 \cdot (c_k, u_j) \cdot p_m))$$

Esto indica que el efecto de realizar la tarea por el usuario  $u_i$  no se ve afectada por el resto de participantes. En el segundo caso, la propiedad de visibilidad garantizaría la observación de las modificaciones del resto de usuarios sobre el sistema. Por ejemplo, un arquitecto puede modificar la ubicación de un tabique independientemente de la navegación de los usuarios, y por su parte, los usuarios deberán ser notificados del cambio de estructura (ver la nueva colocación del tabique) para conocer y explorar el edificio.

Podemos ir más allá y estudiar incluso el comportamiento de los usuarios en el entorno. Podemos definir la *equivalencia de usuarios* si el efecto de las acciones que pueden llevar a cabo son iguales, y por tanto:

$$u_i \sim u_j \equiv \forall (c_k, u_i), \exists (c_q, u_j) / \\ I(s \cdot (c_k, u_i) \cdot r) = I(s \cdot (c_q, u_j) \cdot r) \quad s, r \in \Pi$$

siendo  $c_k, c_q$  entradas realizadas por los usuarios  $u_i$  y  $u_j$  respectivamente. En el ejemplo, las acciones que pueden llevar a cabo por los clientes son las mismas, independientemente de sus características y conocimientos personales (pueden ser a su vez arquitectos que quieren “comprar” un piso).

## 4. Diseño de tareas en un sistema cooperativo

Una vez introducidas las peculiaridades y la formalización de los sistemas cooperativos, vamos a analizar un aspecto concreto como es el diseño de tareas. Generalmente el análisis de tareas es muy dependiente del dominio de aplicación, por lo que optaremos por el análisis de una actividad genérica como es la actividad de deshacer (undo) y rehacer (redo) una acción dentro del sistema cooperativo. Estas acciones se pueden aplicar al diseño de edificio por un grupo de trabajo, donde los ingenieros pueden simultáneamente introducir las conducciones de gas y electricidad mientras que otros grupos se encargan de la ubicación de componentes sanitarios y sumideros en la que todos trabajan sobre el mismo modelo.

### 4.1 Formalización de la tarea *undo*

Estas tareas han sido tradicionalmente estudiadas dentro del ámbito de los sistemas interactivos por su complejidad [12,13]. La tarea *undo* nos permite revocar el efecto de una orden que hemos introducido con anterioridad mientras que la acción *redo* restaura una orden que se había revocado. Como el efecto que producen estas tareas

es independiente de la acción sobre la que se aplica podemos considerarlas como *metaacciones* que se pueden aplicar sobre una secuencia de órdenes de entrada.

$$I(p_0 \cdot p_1 \cdot \text{undo}(p_1)) = I(p_0), \forall p_0, p_1 \in \Pi$$

$$I(p_0 \cdot p_1 \cdot \text{undo}(p_1) \cdot \text{redo}(p_1)) = I(p_0 \cdot p_1), \forall p_0, p_1 \in \Pi$$

Si bien el modo de funcionamiento de estas acciones es claro, el problema radica cuando se quiere utilizar en un entorno cooperativo donde varios usuarios trabajan sobre el sistema compartido. De hecho, la estrategia elegida condicionará el tipo de coordinación y organización de trabajo del grupo. Vamos a analizar varios aspectos relacionados con esta operación y que de algún modo repercuten tanto en el propio diseño del sistema como de la propia organización social. Los criterios para la especificación de estas tareas se basarán en los siguientes aspectos: modo de operación (local/global), tipo de operación (lineal/no lineal), modo de entrada (ordenada o no) y modo de inserción (simple/múltiple).

- **Modo de operación.** El modo determina la amplitud del efecto de una acción *undo* sobre el sistema. El modo global actúa sobre toda la secuencia de entrada ( $\Pi$ ) mientras que en modo local se restringe a la secuencia de acciones relacionadas con el usuario ( $u_k$ ) que ha invocado la acción *undo* ( $\Pi|u_k$ ). En este segundo caso deberemos identificar el usuario que ha realizado la acción.

$$I(p_0 \cdot (c_i, u_m) \cdot \text{undo}_{\text{local}}(c_i, u_n)) = I(p_0) \begin{cases} \text{si } u_m = u_n \\ \text{Indefinido si } u_m \neq u_n \end{cases}$$

- **Tipo de undo.** El tipo de acción *undo* se aplica de modo **lineal** (en tal caso elimina la última acción de la lista) o **no lineal** (podemos deshacer cualquiera de las acciones que aparecen en la secuencia de entrada). En el primer caso, la propia estructura de la secuencia indica el orden en el cual se van a ir eliminando las acciones, mientras que en un caso no-lineal deberemos identificar exactamente la orden que se desea eliminar. Para el caso no lineal tendremos lo siguiente:

$$I(p_0 \cdot p_1 \cdot \text{undo}(p_0)) = I(p_1), \forall p_0, p_1 \in \Pi$$

Además, deberemos tener en cuenta el entorno donde se realiza esta tarea. Podemos caracterizar el comportamiento que posee el sistema sobre la base de la forma de manipular e interpretar las acciones de usuario. En concreto nos centraremos en los siguientes puntos:

- **Modo de entrada.** Indica el modo en el cual se van a interpretar las órdenes que introduce los usuarios del sistema, distinguiendo entre secuencias de entrada ordenadas o no. En el primer caso, el orden en el cual se han introducido las órdenes es relevante y define la secuencia de interpretación lógica para las mismas, mientras que en el segundo caso, se asume que las órdenes se pueden introducir en paralelo por lo que la secuencia de entrada establece un orden no

determinista entre los distintos usuarios. En modo de entrada no ordenado se satisface que:

$$\forall u_m, u_n \in U, \forall c_i, c_j \in C, \\ I((c_i, u_m) \cdot (c_j, u_n)) = I((c_j, u_n) \cdot (c_i, u_m)), u_m \neq u_n$$

El modo de entrada no ordenado únicamente debe preservar el orden temporal para secuencias de entrada pertenecientes al mismo usuario.

- **Modo de inserción.** El modo de inserción indica la relación semántica que existe entre las distintas entradas. En un modo de inserción simple, todas las entradas están relacionadas con un mismo efecto observable, mientras que un modo de inserción múltiple puede haber un conjunto variable.

## 4.2 Estrategia de diseño

Para un buen diseño de un mecanismo *undo*, la estrategia elegida deberá preservar tanto la consistencia del sistema como la percepción (colectiva/individual) de la tarea dentro del grupo. Desde el punto de vista del sistema, uno de los aspectos que se deben garantizar es la *preservación del estado*, es decir, que el efecto de una operación *undo* no va a provocar inconsistencias en el estado alcanzado por el sistema. Esto es equivalente a la siguiente expresión:

$$I(p_i \cdot p_k \cdot p_n \cdot \text{undo}(p_k)) = I(p_i \cdot p_n), \forall p_i, p_k, p_n \in \Pi$$

Esto asegura que no existen dependencias entre las siguientes ordenes introducidas posteriormente en la secuencia y la acción eliminada con *undo*. Esta condición trivialmente se cumpliría para un modo de *undo* global y lineal, ya que se deshace la última acción realizada en el sistema. Por otra parte, desde la perspectiva del usuario uno de los objetivos que se debe perseguir es la *predecibilidad*, es decir, que el usuario pueda determinar el efecto de una acción a partir del estado actual del sistema. Un sistema sería ambiguo y por tanto impredecible si:

$$\forall p_i, p_j, p_k \in \Pi \\ I(p_i) = I(p_j) \Rightarrow I(p_i \cdot p_k) \neq I(p_j \cdot p_k)$$

El sistema podría ser impredecible si a la hora de introducir el usuario una nueva acción, el resultado que se obtiene no es el esperado por efectos colaterales producidos por las acciones de otros usuarios. Esto puede suceder en el caso de un *undo* global con un modo de entrada no ordenado. Por último, se podría analizar la coordinación del trabajo en grupo. Para ello nos podemos basar en la asignación de roles a los usuarios, de modo que no exista interferencia en el dominio de la actividades que deben realizar (en el caso de por ejemplo un documento compartido, se podrían asignar tareas para supervisar la gramática, el estilo, los gráficos, etc.). En tal caso, no existirían interferencias entre las actividades de los participantes de tal modo que se verificaría:

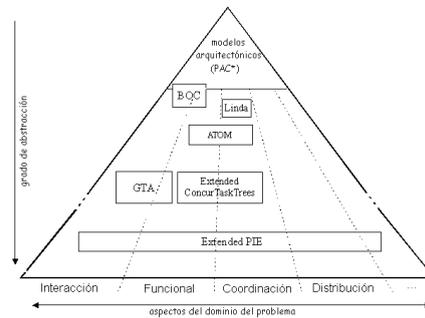
$$\text{display}_i I(p_o \cdot (c_{m_i} u_j) \cdot p_k) = \text{display}_i I(p_o \cdot p_k), \forall p_o, p_k \in \Pi, \forall c_m \in C, \forall u_j \in U, j \neq i$$

Por tanto, en este caso un *undo* local con punto de inserción múltiple sería la solución adecuada.

Con este ejemplo se puede comprobar claramente que la fase de diseño de un sistema cooperativo está muy condicionada por el tipo de tareas cooperativas que se van a realizar y cómo éstas van a establecer la organización del trabajo en grupo. Además, para este estudio vemos que podemos partir de un modelo formal basado en el PIE extendido que nos permite expresar las propiedades que se desean preservar en el sistema.

### 5. Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo hemos abordado la importancia de los sistemas cooperativos en la sociedad actual, y hemos analizado las propiedades que caracterizan a este tipo de entornos. Hemos propuesto un método formal para describir las propiedades del sistema y se ha abordado la descripción de una tarea cooperativa analizando sus implicaciones en el proceso de diseño. El modelo PIE extendido si bien podemos considerar que es abstracto y alejado del diseño del sistema, su propia naturaleza nos



**Fig 3. Taxonomía de modelos en CSCW**

permite inferir propiedades del mismo que se pueden trasladar a decisiones de diseño. Otras aportaciones como GTA, ConcurTaskTree, BOC, o lenguajes de coordinación como Linda son más cercanos al diseño e implementación, pero carecen de la perspectiva de este modelo abstracto para inferir propiedades relativas a aspectos del dominio del problema (aspectos de interacción, coordinación, funcionalidad, etc.). Nuestra aportación está encaminada hacia un modelo que permita reflejar cuestiones relevantes del grupo de trabajo, y paulatinamente, ir trasladando estas propiedades a una solución sobre un modelo arquitectónico del sistema cooperativo. En este sentido, los trabajos futuros se centrarán en asentar todas las propiedades que se pueden deducir de este modelo formal y establecer un nexo de unión al proceso de diseño

mediante una traducción sistemática de estas propiedades a una estructura formal del sistema.

## 6 Referencias

1. N. Padilla, M. Gea, F.L. Gutiérrez. "Interacción basada en entornos colaborativos", IX Congreso Español de Informática Gráfica, Jaen, 373-374, 1999.
2. J. Grudin, "Groupware and social dynamics, eight challenges for developers". Readings in Human-Computer Interaction: towards the year 2000, 2ª ed. Morgan Kaufman Published. 762-782. 1995.
3. S. Benford et al. "Understanding and Constructing Shared Spaces with Mixed-Reality Boundaries", ACM Transactions on Computer-Human Interaction. Vol. 5, No. 3. 185-223. 1998
4. J.L. Garrido, M. Gea, F.L. Gutiérrez, N. Padilla, "Designing Co-operative Systems for Human Collaboration". COOP'00, Fourth International Conference on the Design Of Cooperative Systems. Sophia Antipolis, Francia 2000
5. M. Harrison, H: Thimbleby (eds): "Formal Methods in Human-Computer Interaction". Cambridge University Press, 1990.
6. N. Padilla, M. Gea: "Estudio formal de factores humanos en el diseño de Sistemas Cooperativos". I Jornadas de Interacción Persona Ordenador, Interacción'2000. Granada, 2000.
7. A. Dix. "Human-Computer Interaction, 2ª ed.". Prentice Hall, 1998.
8. van der Veer, G.C., Lenting, B.F., Bergevoet, B.A.J. GTA: Groupware Task Analysis – Modeling Complexity. Acta Psychologica 91, pp.297-322, 1996.
9. Paterno, F., Mancini, C., Meniconi, S. ConcurTaskTrees: A Diagrammatic Notation for Specifying Task Models. Proceeding of Interact '97, July 1997.
10. Calvary, G., Coutaz, J., Nigay, L. From Single-User Architectural Design to PAC\*: a Generic Software Architecture Model for CSCW. Proceeding CHI'97, pp. 242-249, ACM Press, 1997
11. A. Dix. "Formal methods for Interactive Systems", Academic Press. 1991.
12. Berlage T. 1994. A Selective Undo Mechanism for Graphical User Interfaces Based on Command Objects. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 1, 3, 269-294.
13. Abowd, G.D., Dix, A. J. 1992. Giving undo attention. Interacting with computers. 4, 3, 317-342

# Modelización de sistemas interactivos basados en roles de usuario

F.L. Gutiérrez, M. Gea

Dpt. Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Granada  
ETSI Informática, Av. Andalucía, 38. Granada. España  
<http://giig.ugr.es>  
[fgutierr@ugr.es](mailto:fgutierr@ugr.es), [mgea@ugr.es](mailto:mgea@ugr.es)

**Resumen.** La complejidad inherente que poseen los sistemas interactivos obliga a hacer un gran esfuerzo en el proceso de especificación para garantizar su corrección. Los métodos formales pueden ser una gran ayuda en este proceso. A la hora de utilizar uno de estos métodos es necesario partir de un modelo conceptual del sistema en el que se describan los elementos importantes que en él aparecen. Los modelos que tradicionalmente se han usado pueden clasificarse en dos grandes grupos: modelos arquitectónicos y modelos centrados en el usuario. En este artículo se propone un modelo de especificación formal basado en la descripción del usuario y de los posibles roles que el usuario puede interpretar durante la evolución del sistema y se describe un mecanismo de transición entre el modelo basado en el usuario y un modelo arquitectónico basado en Objetos.

**Palabras Claves:** Modelos de tareas, Modelos Arquitectónicos, Especificación formal.

## 1. Introducción

Cuando nos enfrentamos a la especificación de un sistema interactivo, necesitamos realizar un gran esfuerzo debido, sobre todo, a la excesiva complejidad que poseen estos sistemas. Estos sistemas se caracterizan, principalmente, por el importante papel que en ellos desempeña el usuario. Esto, bajo el punto de vista del usuario, nos obliga a tener en cuenta consideraciones tan importantes como la usabilidad, el rendimiento, la adaptabilidad o el proceso de aprendizaje [3] durante el análisis del sistema.

Todos estos factores hacen que la realización de una especificación completa del sistema pueda ser una labor extremadamente compleja. La utilización de modelos formales permite abordar con cierta seguridad el proceso de especificación facilitando en gran medida la realización de actividades como el prototipado, la validación, la verificación de propiedades o el estudio de la usabilidad del sistema.

A la hora de utilizar un método de especificación formal es necesario partir de un modelo conceptual del sistema en el que se describan los elementos importantes que en él aparecen. Los modelos que tradicionalmente se han usado pueden clasificarse en

dos grandes grupos: modelos arquitectónicos y modelos centrados en el usuario (o modelos de tareas).

En las especificaciones arquitectónicas el sistema se modela como un conjunto de elementos arquitectónicos y de relaciones entre ellos. Algunos ejemplos de estos modelos son: modelo de los Interadores [6,7], modelo Arch, PAC[8], o MVC[9]. Este tipo de especificaciones permite descomponer el sistema en un pequeño conjunto de componentes de los que se que describen las funciones que pueden realizar. Usando estos modelos podemos realizar de manera sencilla una traducción orientada a objetos en la fase de diseño e implementación. Una desventaja de este modelo es que la descripción se centra en el diseño del sistema con la pérdida de abstracción e independencia que esto genera.

El segundo tipo de modelos se centra en la percepción que el usuario posee del sistema. La especificación se va a centrar en la representación de las distintas tareas que el usuario puede realizar, describiendo un conjunto de metas de usuario (*goals*) que se pueden descomponer en secuencias de tareas para alcanzar los objetivos deseados. Dentro de los distintos métodos que siguen esta aproximación podemos observar que cada uno refleja distintos aspectos del problema. Por ejemplo, CCT [10] describe el proceso de aprendizaje, mientras que TAG [11] se usa más para validar el diseño del sistema trabajando en términos de consistencia. Otras notaciones como GOMS y NGOMSL [12] se usan para medir el rendimiento del sistema y son buenas para expresar el conocimiento que posee el usuario del mismo.

En los sistemas cooperativos (CSCW) donde varios usuarios comparten el mismo escenario, estos modelos basados en tareas tienen que extenderse para incluir aspectos sociales y organizativos de las actividades que realizan los usuarios (GTA [13]). El objetivo de esta extensión permite analizar la participación de diferentes usuarios y las interrelaciones que van a aparecer entre ellos a la hora de poder realizar estas tareas. En un escenario cooperativo podemos encontrar elementos tales como objetos (compartidos), agentes, roles, tareas y relaciones (usa, responsable de, autor de..)[14].

Esta aproximación cognitiva ha sido ampliamente utilizada pero con algunas limitaciones debido sobre todo al nivel de abstracción que se usa. Las tareas se describen usando especificaciones semi-formales y el nivel de detalle utilizado varía de forma arbitraria de una especificación a otra.

Otro aspecto que no se tiene en cuenta en estas notaciones es que los distintos roles que pueden realizar los usuarios no tienen por que ser estáticos. Este es el punto de inicio de nuestro trabajo donde una aproximación centrada en el usuario debe tener en cuenta el comportamiento tanto actual como futuro de cualquier usuario. Un usuario puede cambiar sus objetivos o intenciones durante su ciclo de vida, así que el rol que éste representa debe ser lo suficientemente flexible como para poder cambiar a otra personalidad distinta de la actual. Por otro lado, todo esto debe poder describirse de una manera lo más formal posible. Analizaremos la posibilidad de conectar este modelo con un modelo formal clásico.

En el resto del artículo se propone la especificación formal de un sistema desde el punto de vista del usuario y los posibles roles por los que puede pasar. Cada usuario ve el sistema desde su propia perspectiva. El conjunto de los usuarios y de sus visiones del sistema permiten la descripción completa del mismo. Basándonos en este modelo y utilizando un método de especificación algebraico (GRALPLA [15,16]) podemos obtener una descripción del sistema sobre la base de un conjunto de objetos

[17], hemos pasado de una modelización abstracta del sistema siguiendo un modelo de tareas a una modelización Arquitectónica centrada en objetos.

## 2. Modelado del Usuario

Los usuarios juegan un papel importante en la especificación del sistema ya que son los actores que aparecen en el escenario. El usuario tiene que comprender el sistema de forma correcta para poder utilizarlo de una manera adecuada. La especificación del sistema realizada desde el punto de vista del usuario tiene que tener en cuenta distintos aspectos:

- El proceso de aprendizaje: El usuario necesita aprender como puede usar el sistema. Este conocimiento puede expresarse usando métodos formales que permitan especificar las tareas del usuario. Estos métodos intentan buscar una respuesta a la pregunta “¿Cómo puedo hacerlo?”
- El comportamiento del usuario: Una vez que el usuario conoce el sistema puede explorar las posibilidades funcionales que le ofrece. En este caso estamos interesados en el comportamiento dinámico del sistema. Algunas veces aparecen cosas que no pueden realizarse debido a errores u omisiones cometidas durante la especificación. Estos métodos intentan buscar una respuesta a la pregunta “¿Puedo llegar a hacerlo?”
- Los usuarios juegan un papel determinado dentro del sistema. Cada uno de los usuarios sigue una serie de reglas para cada una de las posibles tareas a realizar. Este papel va a determinar su actividad en el sistema. Estos métodos intentan buscar una respuesta a la pregunta “¿Puedo/debo hacerlo?”

El análisis de tareas ayuda al diseñador a comprender y validar el sistema, pero además es muy útil para el usuario, ya que puede aprender qué actividades va a poder realizar y cómo puede llevarlas a cabo. Este tipo de información nos va a ayudar a explicar como hay que realizar ciertas tareas, pero no nos da información sobre la intención del usuario (permiso u obligación de realizar ciertas tareas). Esta información está mas relacionada con los diferentes roles que el usuario puede tomar en el sistema que con las tareas que puede realizar.

La mayor parte de las especificaciones de sistemas asumen que existen ciertos tipos de usuarios, pero no se da ningún tipo de información sobre ellos. Nosotros proponemos centrar la especificación en el modelado del usuario. Esta alternativa trata de modelar (caracterizar) al usuario haciendo una taxonomía de usuarios mediante la inspección de su naturaleza (tipología), capacidad, conocimiento o habilidad. El término *estereotipo* se usa para definir un patrón de usuario, así, el sistema determina quién es el usuario y adaptará su interacción para aumentar la comunicación con el mismo. En este artículo nos centraremos en el usuario y su participación en el sistema interactivo, teniendo en cuenta su relación con los objetos, roles y tareas que puede desempeñar.

### 3. Modelo de los Roles en el escenario de un Ajedrez virtual

Un buen ejemplo de aproximación centrada en el usuario podría ser un juego de ajedrez distribuido sobre la Red Internet. En este sistema varios usuarios pueden acceder al servidor de ajedrez para jugar partidas o para observar el estado de otras partidas que se estén realizando en ese momento. Se pueden jugar múltiples juegos al mismo tiempo y cualquier participante puede retar a cualquier otro para la realización de una partida. Las partidas pueden jugarse de manera interactiva (on-line) o de forma asíncrona (off-line). Los posibles usuarios del sistema puede registrarse en él para poder participar en las partidas o para observar partidas ya comenzadas.

En este escenario se observan aspectos interesantes de los distintos usuarios respecto a los roles que realizan. Cada usuario puede ir cambiando el Rol que esta realizando de forma dinámica. Por ejemplo, un invitado al sistema puede ser un potencial usuario registrado del mismo y puede ser jugador de una partida y/o observador de otra. Podemos ver también ejemplos en los que una misma actividad es distinta en función del rol que tenga el usuario en el momento. Cuando un usuario actúa de observador la tarea de salir le permite dejar de mirar una partida determinada, mientras que si actúa de jugador la tarea salir indica que va a abandonar una partida.

Bajo este modelo de descripción deberemos tener en cuenta algunas consideraciones tales como que el **dominio de los roles** debe cubrir todas las posibilidades de actuación dentro del sistema. Así cualquier acción que el usuario quiera realizar estará incluida en alguno de los roles existentes. El **dominio de las tareas** debe estar relacionado con el dominio de los roles, una tarea que actúa sobre los objetos del sistema podría ser diferente en función del rol actual del usuario que la realiza.

El **dominio de los Objetos** describe el conjunto de elementos que comparten los usuarios en el escenario. La descripción del propio **sistema** consiste en la definición de las relaciones entre usuarios y las dependencias existentes entre los distintos dominios. En la siguiente sección analizamos los roles y dominios que podemos encontrar en el escenario del juego de ajedrez.

#### 3.1. Roles en nuestro ejemplo

Un rol es un patrón de comportamiento que podemos asignar a un usuario. Este patrón determina como puede actuar el usuario en el sistema y está formado por un conjunto de posibles tareas y de relaciones con otros roles. Estas relaciones van a reflejar los diferentes modelos de trabajo que el usuario puede realizar dentro del escenario. En el juego del Ajedrez aparecen los siguientes roles:

- Un *Socio*: Es un usuario registrado dentro del club de ajedrez. Su identificación le va a permitir tomar parte en cualquier partida de ajedrez así como observar la evolución de cualquier otra partida. Puede tener acceso a la lista de partidas actuales y puede obtener información sobre cualquier cosa relacionada con ellas.
- El *jugador*: Es un participante de alguna de las partidas actuales. Deberá jugar con alguno de los jugadores del club. Los dos jugadores de una partida tendrán

que decidir las características que va a poseer el juego (on-line, off-line, duración máxima...).

- El *jugador de Blancas* (El *jugador de Negras*): Una vez que las características de una partida han sido definidas, cada jugador tendrá que tomar el rol de un jugador con fichas blancas o un jugador con fichas negras. Compartirán un tablero de ajedrez donde su oponente y él mismo podrán mover las distintas fichas. En cualquier momento pueden obtener una lista de los movimientos que han sido realizados y pueden finalizar el juego mediante un “jaque mate” o un abandono.
- El *moderador*. Esta es la persona que actúa como árbitro en una partida y que va a tomar nota del resultado de la misma. Conoce las reglas del juego y decide la puntuación de cada uno de los participantes. Controla que los distintos participantes sean usuarios registrados en el club.
- El *Observador*. Es un usuario que está viendo el transcurso de una partida. Un mismo usuario podría estar observando varias partidas de forma simultánea. Puede revisar los movimientos que se han realizado en cualquiera de las partidas que está observando. En ningún momento podría interferir en el juego.
- El *Invitado*. Es una persona con acceso restringido al sistema. Solo puede observar algunas de las partidas y sólo por un tiempo limitado. Puede en cualquier momento registrarse para ser un miembro mas del club de ajedrez.

### 3.2. Definición de los Roles

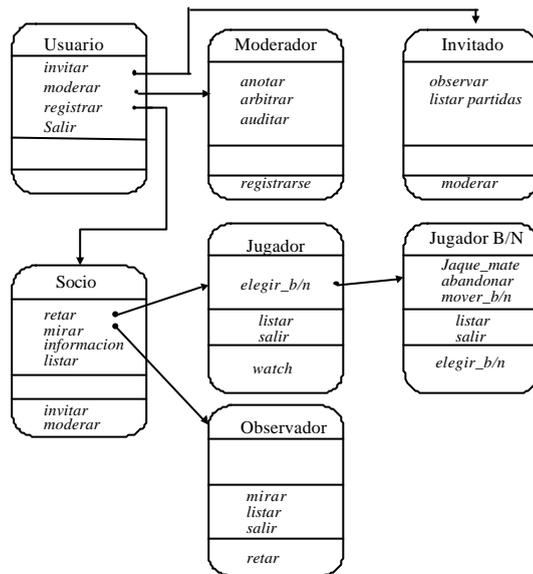
La definición de cada uno de los roles que pueden aparecer en nuestro sistema implica la asignación de las distintas tareas a cada uno de ellos. La evolución del usuario hace que se tenga que realizar una nueva configuración de las tareas distinta a la que se obtiene en un modelo de tareas tradicional. Algunas de las actividades que puede realizar son innecesarias (por ejemplo, registrarse mas de una vez) y pueden ser necesarias nuevas tareas (por ejemplo, puede observar un juego, inspeccionar la historia de movimientos de todos los usuarios...) Este tipo de cambios se resumen en los siguientes tipos de tareas, que se utilizaran para describir cada uno de los Roles.



Fig. 1. Notación para la definición de un Rol.

- **Nuevas Tareas.** El nuevo rol le da acceso al usuario para la realización de nuevas tareas que antes no podía realizar.
- **Tareas Redefinidas.** En el nuevo rol una tarea puede tener un significado distinto.
- **Tareas con acceso controlado.** Algunas actividades pueden necesitar algún tipo de condición adicional para poder ser realizadas bajo este rol.

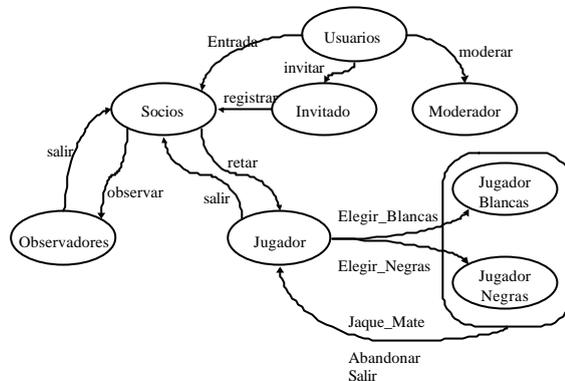
La siguiente configuración (Fig 2) muestra la evolución que un usuario puede realizar en el sistema y las *restricciones de acceso* que aparecen para poder desempeñar un rol determinado. Cualquier invitado no puede jugar una partida ya que no tiene privilegios suficientes para poder activar ese rol. En el siguiente diagrama podemos ver como podrían reflejarse estos posibles cambios de rol. En el se pueden ver las actividades y pasos que el usuario debe realizar para llegar a una meta determinada.



**Fig. 2** Diagrama Tareas-Roles

### 3.3. Evolución del Comportamiento de los usuarios a través de los Roles

Cada rol va a representar un comportamiento que puede ser realizado por un usuario. Esto es similar a lo que ocurre en el teatro donde un actor interpreta a un personaje determinado. En cualquier momento, un usuario puede cambiar el rol que está realizando en ese momento. Esto es necesario ya que un usuario puede cambiar sus intenciones en el sistema y comportarse como otra "persona". El cambio de roles puede deberse a un proceso de aprendizaje (desde usuario novel a usuario experto), a una concepción mental (desde pasivo a activo) o a un cambio de objetivos (desde observador a actor). Representamos con un diagrama la evolución de los roles de los usuarios.



**Fig. 3** Diagrama de Evolución de Roles.

Por ejemplo, un usuario invitado puede, eventualmente, tener acceso para jugar una partida si se registra en el sistema. Dentro del diagrama podemos ver como un *invitado* no puede jugar una partida directamente, ya que no existe una flecha directa entre ambos roles, pero si puede hacerlo a través de la tarea “*registrar*”.

### 3.4. La relación entre los roles y el sistema. Definición del Escenario

El usuario es una de las partes más importantes del sistema pero en el caso de sistemas complejos existen toda una serie de elementos que son usados por el usuario para realizar las distintas tareas que deberían ser descritos. En el ejemplo que estamos siguiendo vemos que aparecen objetos como el tablero, en un juego determinado o el marcador utilizado por el moderador de la partida.

Algunos de los Objetos que pueden aparecer en nuestro ejemplo son:

- *Un Tablero*. Es la representación física del tablero en el que se están moviendo las piezas. Cualquier pieza esta relacionada con este objeto.
- *Un Juego de Ajedrez*. Es el objeto que caracteriza al juego en sí mismo. Está relacionado con dos jugadores, un moderador y una lista de observadores.
- *El Marcador*. Es el objeto que mantiene información sobre el sistema. Mantiene relaciones con una lista de usuarios registrados, una lista de partidas que se están realizando en este momento, así como una historia de las partidas que se han dado hasta la fecha.

La estructura de los distintos objetos se puede describir usando una especificación algebraica. De esta forma representamos las estructuras de datos necesarias formalizadas mediante tipos de datos abstractos. Las posibles funciones que van a aparecer en los distintos objetos se corresponden con las actividades que pueden aparecer en las descripciones de las tareas del usuario. A continuación podemos ver la descripción del objeto Juego de Ajedrez utilizando el lenguaje de especificación GRALPLA .

```

object JuegoAjedrez;
  import TableroAjedrez, Jugador, Movimiento, Color;
  JuegoAjedrez: JuegoAjedrez -> JuegoAjedrez;
Functions
  async AñadirJugador: JuegoAjedrez, Jugador -> JuegoAjedrez;
    EleguirColor: JuegoAjedrez, Jugador, color -> JuegoAjedrez;
  async MoverPieza: JuegoAjedrez, Jugador, movimiento-> JuegoAjedrez;
    JaqueMate: JuegoAjedrez, Jugador -> JuegoAjedrez;
    Rendirse: JuegoAjedrez, Jugador -> JuegoAjedrez;
  private Turno: JuegoAjedrez, Jugador -> bool;
  private ColorSeleccionable: JuegoAjedrez, Jugador, color -> bool;
  private Listo: JuegoAjedrez -> bool;
  private NumJugador: JuegoAjedrez -> Integer;
  async AñadirObservador: JuegoAjedrez, Observador -> JuegoAjedrez;
axioms
  var p,pl: Jugador; g: JuegoAjedrez; c: Color; m: Movimiento;
    b: TableroAjedrez;
  NumJugadores(JuegoAjedrez(b)) = 0;
  NumJugadores(AñadirJugador(g,p)) = 1 + NumJugadores(g);
  Listo(g) = if (NumJugadores(g) = 2) true else false;
  Turno(MoverPieza(g,p,m),pl) = if (p=pl) false else true;
  ...
synchronisation

```

Para obtener una descripción completa del sistema necesitamos describir las relaciones entre tareas, roles y objetos. En este punto tenemos que decidir para cada tarea cuáles son los objetos que se usan, quienes son los participantes que realizan las tareas así como una descripción detallada de la propia tarea. A continuación podemos ver una tabla con algunas de las tareas que forman parte de nuestro sistema.

Tareas	Objetos	Usuarios	Descripción
JaqueMate	Juego	Jugador_b/n	
Mover_b/n	Tablero	Jugador_b/n	GOMS
Listar	Tablero	Jugador_b/n	
Elegir_b/n	Juego	Jugador	
Listar	Juego	Jugador	
Info	Marcador	Usuario	
Listar	Juego	Observador	

La descripción de las tareas se puede hacer con cualquiera de las técnicas de análisis de tareas existentes. En este ejemplo se muestra el movimiento de una pieza mediante descripción GOMS:

```

GOAL: MOVER-B/N
.  GOAL: DETERMINAR-TURNO
.  .  [select GOAL: CONOCER-ULTIMO-MOVIMIENTO
.  .  .  MOVER-A-LA-HISTORIA-DE-MOVIMIENTOS
.  .  .  DETERMINAR-ULTIMO-MOVIMIENTO
.  .  .  COMPROBAR-SI-NO-ERES-TU
.  .  .  GOAL: CONOCER-MOVIMIENTO-SIGUIENTE
.  .  .  MOVERSE-AL-TABLERO
.  .  .  IDENTIFICAR-POSICION-DEL-RELOJ
.  .  .  COMPROBAR-SI -RELOJ-ESTA-EN-TU-POSICION]
.  GOAL: ELEGUIR -MEJOR-ESTRATEGIA
.  GOAL: REALIZAR -MOVIMIENTO
.  .  GOAL: SELECCIONAR -PIEZA-ADECUADA
.  .  .  [select GOAL: IDENTIFICAR -PIEZA
.  .  .  .  SELECCIONAR-TECLADO

```

```

. . . . . ESCRIBIR-IDENTIFICACION-PIEZA
. . . . . CONFIRMAR
. . . . . GOAL: COGER-PIEZA
. . . . . MOVER-CURSOR-A-PIEZA
. . . . . PULSAR-BOTON-RATON]
. . GOAL: ELEGIR-DESTINO
. . . [select GOAL: IDENTIFICAR-DESTINO
. . . . . MOVER-CURSO-ARRASTRANDO-PIEZA
. . . . . ESCRIBIR-IDENTIFICACION-POSICION
. . . . . CONFIRMAR
. . . . . GOAL: SOLTAR-PIEZA
. . . . . MOVER-CURSOR-ARRASTRANDO-PIEZA
. . . . . SOLTAR-BOTON-RATON]
. GOAL: CONFIRMAR-MOVIMIENTO
. . . [select GOAL: TECLA-CONFIRMACION
. . . . . PULSAR-ENTER
. . . . . GOAL: PARAR-RELOJ
. . . . . MOVER-CURSOR-RELOJ
. . . . . PULSAR-BOTON-RATON]
Selection Rule for GOAL: DETERMINAR-TURNO
Si es una visualización gráfica, usar el método CONOCER-MOVIMIENTO-SIGUIENTE
en otro caso usar el CONOCER-ULTIMO-MOVIMIENTO
Selection Rule for GOAL: SELECCIONAR-PIEZA-APROPIADA
Si no tienes ratón usar el método IDENTIFICAR-PIEZA, en otro caso usar el
método COGER-PIEZA
Selection Rule for GOAL: ELGUIR-DESTINO
Si no tienes ratón usar el método IDENTIFICAR-DESTINO, en otro caso usar
SOLTAR-PIEZA
Selection Rule for GOAL: CONFIRMAR-MOVIMIENTO
Si estas usando el teclado usar el método TECLA-CONFIRMACION, en otro caso
usar el método PARAR-RELOJ

```

En este ejemplo es fácil ver que muchas de las metas y operadores tienen una relación directa con la funcionalidad de los objetos. Por ejemplo, la tarea que define que el usuario tiene que realizar el siguiente movimiento tiene una translación directa con la función y los axiomas definidos para el objeto juego de ajedrez. Podemos ver esta relación en la siguiente tabla:

```

GOAL: CONOCER-ULTIMO-MOVIMIENTO --> Turno:JuegoAjedrez,Jugador -> bool
. MOVER-A-HISTORIA-DE-MOVIMIENTOS ---> Seleccionar Juego Actual = g
. DETERMINAR-ULTIMO-MOVIMIENTO ---> Turno(g, yo)
. COMPROBAR-SI-NO-ERES-TU ---> eval[Turno(g, yo)] = true

```

La meta CONOCER-ULTIMO-MOVIMIENTO tiene una relación directa con la función “turno” del objeto JuegoAjedrez. El conjunto de operadores necesarios para realizar los objetivos de dicha meta se pueden obtener de los axiomas de la función. Esta aproximación nos permite obtener una especificación algebraica (formal) usando las relaciones que se han descrito.

#### 4. Descripción de los Roles bajo un Modelo Arquitectónico

Utilizando la información representada en el modelo anterior podemos realizar una descripción de cada uno de los roles usando especificación Algebraica. Como ejemplo veamos la descripción del objeto que encapsula el comportamiento del Rol Jugador.

```

object Jugador: Socio;
  import JuegoAjedrez, Color, ListaDeMovimientos;
  Jugador: JuegoAjedrez, Socio -> Jugador;
Functions
  Elegir_b/n: Jugador, Color -> Jugador_B/N;
  Salir:          Jugador -> Socio;
  Listar:         Jugador -> ListaDeMovimientos;
axioms
  var p: Jugador; g: JuegoAjedrez; c: Color; m: Socio;
      b: JuegoAjedrez;
  listar(Jugador(g,m)) = listar(g);
  Salir(Jugador(g,m) = m;
  Elegir_b/n(Jugador(g,m),c) = if(NumJugadores(g)=0)
      Jugador_B/N(Elegir_color(AñadirJugador(g,Jugador(g,m)),c),
      Jugador(g,m))
      else Jugador_B/N(Elegir_color(AñadirJugador(g,Jugador(g,m)),
      color_opuesto(g)), Jugador(g,m));
synchronisation
  do not mirar(p,g);

```

La información necesaria para realizar esta especificación se obtiene de la especificación anterior. Algunos de los mecanismos expresivos que contempla GRALPLA permiten especificar cosas como la evolución de los roles (herencia entre especificaciones), la compartición de objetos (importación), etc. Los axiomas pueden obtenerse directamente a partir de la descripción de tareas.

## 5. Conclusiones y Trabajos Futuros

En este artículo hemos presentado una aproximación formal para la especificación de un sistema interactivo basándonos en los distintos roles que pueden desempeñar los usuarios. Esta aproximación centrada en el usuario permite conocer sus responsabilidades en el sistema y los posibles cambios de rol que pueda ir realizando en el futuro. Podemos describir de manera formal la evolución dinámica del usuario en el sistema y expresarlo mediante un diagrama de roles. Esta evolución dinámica en el comportamiento del usuario determina los cambios en las tareas que puede realizar el usuario así como la forma de llevarlas a cabo. Por este motivo es necesario la inclusión de elementos que permitan describir la redefinición de tareas. Finalmente, las relaciones existentes entre objetos, usuarios y tareas se reflejan explícitamente. Para la descripción del sistema interactivo hemos usado los siguientes elementos (semi-formales):

- La descripción de roles
- El diagrama de evolución de roles
- El diagrama de tareas-roles
- La tabla de relaciones entre objetos - roles

Los mayores inconvenientes de este tipo de especificaciones son:

- Utilización de diferentes tipos de herramientas (lenguaje natural, diagramas, tablas...)
- Descripción realizada con diferentes niveles de detalle.

- Utilización de técnicas semi-formales que impiden el estudio formal.

Hemos visto ejemplos de especificación en un lenguaje algebraico de una posible arquitectura del sistema en la que se han descrito los distintos roles así como los objetos que describen el escenario en el que se realizan las tareas. En nuestra aproximación hemos utilizado GRALPLA como un lenguaje formal con un nivel de abstracción alto. Una característica importante del lenguaje es que permite la traducción automática de una especificación a un lenguaje orientado a objetos. Esta herramienta nos permite obtener un prototipo del sistema a partir de la propia especificación y de manera automática. Este prototipo se puede utilizar para la realización de validaciones y la realización de la verificación formal de propiedades importantes del Sistema [18].

Los trabajos futuros están relacionados con el proceso de traducción automática entre las fases de análisis de usuarios, tareas y objetos en una especificación algebraica basada en GRALPLA.

## 6. Referencias

1. A. Dix: "Formal Methods for Interactive Systems". Academic Press, 1991.
2. M. Harrison, H. Thimbleby (eds.) "Formal Methods in Human-Computer Interaction". Cambridge University Press, 1990.
3. S. Card, T. Moran, A. Newell: "The psychology of Human-Computer Interaction". Lawrence Erlbaum, Hillsdale, N.J., 1983.
4. J. Coutaz, L. Nigay: "Software Architecture For Multimodal User Interfaces". Eurographics tutorial Notes Series. EACG. Geneva, 1995.
5. N. Padilla, M. Gea: "Estudio Formal de Factores Humanos en el Diseño de Sistemas Cooperativos". I Jornadas de Interacción Persona Ordenador, Interacción'2000. Granada, 2000.
6. G. Faconti, F. Paterno: "An approach to the formal specification of the component of the interaction". Proceeding of Eurographics 1990. North-Holland, 1990.
7. D. Duke, M. Harrison: "Abstract Interaction Objects". Computer Graphics Forum, 12 (3): 25-36. 1993.
8. J. Coutaz: "PAC, and object oriented model for dialogue design". En proc. Interact'87. North-Holland, 1987.
9. A. Golberg: "Smalltalk 80: The interactive programming environment". Addison Wesley, 1984.
10. D. E. Kieras, P. G. Polson: "An approach to the formal analysis of user complexity". International Journal Man-Machine Studies, 22. 1985.
11. S. J. Paine, T. Green: "Task-Action Grammars: A model of the mental representation of task languages". Human-Computer Interaction, 2. 1986
12. B. E. John, D. E. Kieras: "The GOMS Family of user Interface Analysis Techniques: Comparison and Contrast". ACM Transactions on Human-Computer Interaction, vol 3, nº 4, 1996.
13. G. Van der Veer, B. Lenting, B. Bergevoet: "GTA: Groupware Task Analysis - Modelling Complexity". Acta Psychologica, 91. 1996

14. M. Van Welie, G.C. van der Veer: "An Ontology for Task World Models". En Design, Specification and Verification of Interactive System'98. Springer Computer Science 1998.
15. J.C.Torres, M. Gea, F.L. Gutiérrez, M. Cabrera, M.L. Rodríguez: "GRALPLA: An algebraic Specification Language for Interactive graphic Systems". In Design, Specification and Verification of Interactive System'96. Springer Computer Science 1996.
16. M.Gea, "Especificación formal de sistemas gráficos." Tesis doctoral, Universidad de Granada, 1997.
17. F.L. Gutiérrez, M. Cabrera, J.C. Torres, M. Gea: "Modelo de construcción de Sistemas Interactivos basado en técnicas formales". I Jornadas de Interacción Persona Ordenador, Interacción'2000. Granada, 2000.
18. F.L. Gutiérrez, M. Gea, J.C. Torres: "Verification of Interactive System Using Algebraic Specification". In Proc. of Design, Specification and Verification of Interactive System'98. 1998.

## **Análisis de escenarios de futuro en realidad aumentada. Aplicación al yacimiento arqueológico de Els Vilars**

N. Alonso<sup>1</sup>; A. Balaguer<sup>2</sup>; S. Bori<sup>2</sup>; G. Ferré<sup>2</sup>; E. Junyent<sup>1</sup>; A. Lafuente<sup>1</sup>;  
J. B. López<sup>1</sup>; J. Lorés<sup>2</sup>; D. Muñoz<sup>2</sup>; M. Sendín<sup>2</sup>; E. Tartera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Historia  
Universidad de Lleida  
Plaza Víctor Siurana, 1. 25003 Lleida  
Tel: 973 702 102 Fax: 973 702 050  
e-mail: {arqueologia, ejunyent}@historia.udl.es

<sup>2</sup> Departamento de Informática e Ingeniería Industrial  
Universidad de Lleida  
C/ Jaume II, 69. 25001 Lleida  
Tel: 973 702 700 Fax: 973 702 702  
e-mail: {jesus, msendin}@eup.udl.es  
URL: <http://www.diei.udl.es>, <http://griho.udl.es>

**Resumen:** La finalidad de este artículo es presentar un ejemplo del uso de la técnica de *envisioning design* mediante el uso de los escenarios de futuro como una herramienta de diseño que sirva de base para desarrollar, en un futuro próximo, un sistema de realidad aumentada aplicada a la visita de un yacimiento arqueológico, concretamente al de Els Vilars, en Arbeca (Lleida).

En el artículo se hará una breve introducción al yacimiento arqueológico de Els Vilars. A continuación se verán unas nociones sobre realidad aumentada y se introducirán las herramientas usadas en el *envisioning design*. Acabaremos combinando los puntos anteriores para presentar un escenario, en el cual un visitante se encuentra en el yacimiento interactuando en el mundo real con un mundo virtual, mediante la ayuda de un ordenador en forma de tableta.

**Palabras clave:** realidad aumentada, realidad virtual, *envisioning design*, escenarios de futuro, patrimonio virtual, arqueología.

### **LA FORTALEZA DE ELS VILARS: CARACTERÍSTICAS GENERALES**

#### **Localización**

Els Vilars (Fig. 1) está situado al nordeste del término municipal de Arbeca (~300 metros snm), comarca de Les Garrigues (Catalunya), en una extensa llanura de acumulación cuaternaria que tiene su origen en la acción de los diferentes afluentes del margen izquierdo del río Segre y, más concretamente, en la actividad aluvial del cono de deyección del río Corb.



FIGURA 1. Yacimiento de Els Vilars en Arbeca, Lleida.

Descubierto en 1975, el yacimiento ha sido objeto desde el año 1985 de excavaciones sistemáticas anuales hasta la actualidad por parte del *Grup d'Investigació Prehistòrica* de la Universidad de Lleida, equipo que dirige y coordina el proyecto global de intervención en la fortaleza<sup>1</sup>.

Más de 25 publicaciones [ALO00] en diferentes revistas especializadas, diversas obras y artículos de difusión al gran público, un *sitio web* en Internet ([www.vilars2000.com](http://www.vilars2000.com)) y la edición de un CD-ROM<sup>2</sup> han permitido que el yacimiento se convierta en un clásico dentro de la investigación sobre la Edad del Hierro en la Península Ibérica y el reconocimiento por parte de la Administración de su interés patrimonial, declarándolo en 1996 *Bé Cultural d'Interès Nacional* en la categoría de Zona Arqueológica. Recientemente (1999), ha sido incluido también dentro del proyecto que potencia *el Museu d'Arqueologia de Catalunya: La Ruta dels Ibers*, lo cual ha permitido señalar los accesos e instalar diferentes paneles informativos en el propio yacimiento, el cual puede visitarse actualmente a lo largo de todo el año.

### Topografía y urbanismo

La fortaleza está construida en una extensa llanura, rodeada de fértiles tierras de cultivo y junto a un pequeño arroyo: l'Aixaragall, hoy prácticamente inoperante. Sin modificar sus límites mientras estuvo habitada, el yacimiento se convirtió en un auténtico tell arqueológico, hasta alcanzar una altura de 3 metros.

Los trabajos desarrollados hasta ahora han permitido delimitar completamente su perímetro mediante la excavación del sistema defensivo y conocer a grandes rasgos su organización urbanística interna. La planta del recinto presenta una forma de tendencia ovalada, aunque su fachada principal es casi completamente rectilínea. La superficie habitable interior ronda aproximadamente los 2.300 m<sup>2</sup>.

La singularidad principal de la fortaleza reside en la espectacularidad de su sistema defensivo, formado por un triple cinturón que incluye una muralla de 5 m. de espesor con doce torres adosadas, una barrera de piedras hincadas y un foso ataluzado y paramentado con muros de piedra, que mide 13 m. de anchura y 3 m. de profundidad.

El urbanismo del interior del recinto se organizaba radialmente en torno a un espacio o plaza central presidida por una monumental cisterna-pozo descubierta, forrada de piedra y provista de un corredor o bajador que permitía acceder a la variable cota de agua.

<sup>1</sup> Excavaciones patrocinadas por el *Servei d'Arqueologia* de la *Generalitat de Catalunya*.

<sup>2</sup> Dicho CD-ROM: *Vilars 2000. Una fortalesa ilergeta d'ara fa 2700 anys* recoge el contenido de la publicación homónima [GAR97] e incluye el vídeo con la reconstrucción virtual de la fortaleza. Financiado por los Ayuntamientos de Arbeca y Lleida, y la Universidad de Lleida.

### **Diacronía y paleopaisaje**

La fundación, ocupación y abandono de la fortaleza tiene como marco temporal tres horizontes culturales diferentes, que incluyen cinco refacciones urbanísticas y arquitectónicas, las cuales afectan al espacio interno y, de manera puntual, al sistema defensivo, sin implicar una ampliación del espacio habitado en la zona extra muros. Dichas refacciones constituyen el elemento principal para sistematizar la secuencia estratigráfica, la cual se ha dividido en cinco fases: Vilars 0: 750-650 ANE; Vilars I: 650-550 ANE; Vilars II: 550-425 ANE; Vilars III: 425-350 ANE; y Vilars IV: 350-325 ANE. Las fases 0 y I atañen a la Primera Edad del Hierro, la fase II pertenece al Período Ibérico antiguo y las fases III y IV conciernen al Período Ibérico pleno.

La reconstrucción de la fortaleza se ha efectuado de forma diacrónica, incluyendo 4 fases: Vilars 0, I, II y III-IV, dado que los dos niveles superiores no permiten restituciones individualizadas. Se incorpora igualmente una reconstrucción virtual de los procesos postdeposicionales que han afectado al recinto después de su abandono, con el objetivo de mostrar las causas de su estado de conservación actual.

## **REALIDAD AUMENTADA**

### **Introducción**

La Realidad Aumentada (RA) es un paradigma de interacción que trata de reducir las interacciones con el ordenador utilizando la información del entorno como una entrada implícita. Con este estilo el usuario será capaz de interactuar con el mundo real, aumentado por la información sintética del ordenador.

La situación del usuario será automáticamente reconocida utilizando un amplio conjunto de métodos de reconocimiento como tiempo, posición o inspección de objetos utilizando la visión por ordenador. También podemos hacer más comprensible el mundo real para el ordenador usando códigos de barra, por ejemplo.

Se trata, pues, de una nueva tecnología que aumenta o mejora la visión que el usuario tiene del mundo real con información adicional sintetizada mediante un modelo computerizado. Los usuarios pueden trabajar y examinar objetos 3D reales mientras reciben información adicional sobre estos objetos o sobre la tarea que se está realizando.

Así, la RA permite al usuario permanecer en contacto con su entorno de trabajo, de forma que su foco de atención no está en el ordenador, sino en el mundo real. Explotando las habilidades visuales y espaciales de los usuarios, la RA traslada información adicional a su mundo real, en vez de introducirlos en el mundo virtual del ordenador.

De esta forma, el papel que juega el ordenador es el de asistir y mejorar las relaciones e interacciones entre las personas y el mundo real. Este paradigma de la interacción y visualización de información constituye el centro de una nueva y muy prometedora tecnología para muchas aplicaciones en multitud de sectores como medicina, arquitectura, diseño interior, construcción, ingeniería civil, diseño de automóviles, mantenimiento mecánico y reparación, etc. De todas formas, las

aplicaciones reales para RA imponen una fuerte demanda de tecnología que todavía no se ha alcanzado.

En resumen, usando este paradigma un usuario será capaz de interactuar con el mundo real, el cual está aumentado por la información sintetizada por el ordenador.

### **Diferencias entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual**

La Realidad Virtual (RV) ha sido un tema de gran interés en los últimos tiempos. Menos atención se ha puesto en el campo de la RA a pesar de su similar potencial. En los sistemas de RV el usuario está completamente inmerso en un mundo artificial y no hay manera de interactuar con objetos del mundo real. En contraposición con la RV, en la tecnología de la RA los usuarios pueden interactuar con una mezcla de mundo real y virtual de una forma natural.

Así, la diferencia entre RV y RA está en el tratamiento que hacen del mundo real. La RV sumerge al usuario dentro de un mundo virtual que reemplaza completamente al mundo real exterior, mientras que la RA deja ver al usuario el mundo real a su alrededor y aumenta la visión que éste tiene de su entorno mediante la superposición o composición de los objetos 3D virtuales. Idealmente, esto daría al usuario la ilusión que los objetos de los mundos real y virtual coexisten.

En definitiva, se podría decir que los sistemas de RA llevan el ordenador al entorno de trabajo real del usuario, mientras que los sistemas de RV intentan llevar el mundo al interior del ordenador. O dicho de otro modo: la RA lleva la información dentro del mundo real del usuario en vez de llevar al usuario dentro del mundo virtual del ordenador.

### **Dispositivos**

*TRAVEL MATE* (Fig. 2). Es un mapa electrónico que se puede alquilar en las oficinas de turismo y en las agencias de viajes. Combina un mapa para navegar en ambientes no familiares con mensajes y consejos de cómo viajar y disfrutar con el mínimo impacto ecológico.

*3D LCD* (Fig. 3). Son pantallas lenticulares que separan visualmente múltiples imágenes en una pantalla LCD. Esta técnica permite tener una visión en 3D sin necesidad de usar gafas especiales.

*TABLET PC* (Fig. 4). Se trata de un mini PC con pantalla TFT que permite la interacción mediante un puntero y que también dispone de un módem para estar conectado a Internet. Este dispositivo estará disponible, según sus creadores, aproximadamente a partir del año 2003.

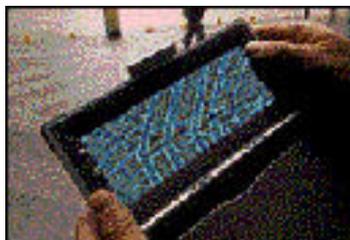


Figura 2. *TRAVEL MATE*.



Figura 3. *3D LCD*.



Figura 4. *TABLET PC*.

## **DISEÑO DE SISTEMAS INTERACTIVOS BASADOS EN ESCENARIOS DE FUTURO**

El modelo de proceso de un sistema interactivo es un diseño centrado en el usuario y esto, por tanto, implica la participación del usuario en el diseño. Los prototipos son documentos, diseños o sistemas que simulan o tienen implementadas partes del sistema final, de forma que se convierten en herramienta muy útiles para hacer participar al usuario en el diseño y permitir su evaluación desde la primera etapa del desarrollo.

El test iterativo empírico puede contribuir a la usabilidad del producto más que otros métodos basados en los factores humanos. Observa Landauer [LAN91] que los tests de usuario simples son, frecuentemente, más útiles que los diseños teóricos o métodos de test más complejos.

### **Storyboard**

Un storyboard no es más que una narración gráfica de una historia en cuadros consecutivos. Este concepto, usado en cine o teatro, puede usarse para diseñar un escenario de interacción que evaluable mediante diferentes técnicas. Una de las opciones que ofrece un storyboard para una aplicación es la posibilidad de indicar los enlaces a sus diferentes páginas a partir de los resultados de las interacciones del usuario.

### **Escenario**

En su obra, Preece [PRE94] describe un escenario como una historia de ficción con representación de personajes, sucesos, productos y entornos. Dichos escenarios ayudan al diseñador a explorar ideas y posibilidades en la toma de decisiones de diseño para situaciones concretas. Como en cualquier otro aspecto en diseño, resulta difícil conseguir un escenario correcto al primer intento.

Aun así, resulta interesante pensar en diferentes escenarios para reflejar las distintas situaciones y puntos de vista diversos. Es importante, por otro lado, ser consistente con la representación para ver qué ocurre en situaciones concretas. Toganizzini explica que el uso de los escenarios nos permite definir y desarrollar conocimientos sobre el entorno del usuario y su espacio de trabajo.

En definitiva, podemos ver un escenario de tareas como una descripción del mundo del usuario tal como existe ahora, mientras que un escenario de uso obedece a una descripción del mundo del usuario en un futuro más o menos próximo.

### **Prototipo en video**

Un prototipo por ordenador nos permite, de una manera relativamente económica, visualizar sistemas futuros. En cambio puede fracasar a la hora de comunicar el sentimiento de un usuario ante la nueva experiencia simplemente porque el hardware

que utiliza el nuevo sistema aun no existe, o por la dificultad de crear una maqueta interactiva de un gran sistema ([NIE94], [CAR00]). Frente a estas limitaciones, un video nos permite realizar la demo final del prototipo, prescindiendo de las restricciones del hardware. Todo funciona perfectamente cada vez que el espectador ve el vídeo. Un ejemplo interesante de prototipo en vídeo es el de starfire, rodado por Sun [TOG94].

## UNA VISITA A ELS VILARS EN REALIDAD AUMENTADA

### Introducción

En este apartado presentamos un escenario de futuro en un entorno de realidad aumentada para una visita guiada al yacimiento arqueológico de Els Vilars, descrito en el primer apartado, en forma de storyboard e imágenes de un prototipo en vídeo.

### Dispositivo



Figura 5. *STORYBOARD: DISEÑO DE LA TABLETA.*

Para representar el escenario hemos diseñado un ordenador en forma de tableta lo bastante ligero como para que el visitante pueda llevarlo consigo cómodamente durante su recorrido (Fig. 5 y 6). El sistema permitirá al usuario seleccionar entre diversas



Figura 6. *PROTOTIPO DE TABLETA.*

opciones como el idioma, si desea ser guiado o no en su visita o el período temporal a visualizar. También le ofrecerá información general sobre este período y le indicará su orientación, situación y recorrido en el mapa en todo momento. Para ello, el sistema usará tanto imágenes reales como sintéticas, texto y sonido.



Figura 7. *REPRESENTACIÓN DE LOS SEIS GRADOS DE LIBERTAD DE LA TABLETA.*

Este dispositivo es capaz de determinar tanto la posición como la orientación del usuario. Si bien un objeto puede moverse hasta en seis sentidos en un mundo tridimensional, en el mundo virtual disponemos de seis grados de libertad, que corresponden a

la posición y orientación de los objetos virtuales dentro de una simulación. Los tres primeros se refieren al movimiento a través de X, Y, Z, es decir, a la posición del objeto dentro del mundo virtual desde el punto de vista del usuario dentro de este mundo. Los otros tres corresponden al movimiento de orientación del objeto alrededor de X, Y, Z, que se conocen con el nombre de *pitch*, *roll* y *yaw*. En una simulación pueden utilizarse diferentes dispositivos de interfase para navegar e interactuar en un entorno virtual con seis grados de libertad, dependiendo del diseño del dispositivo y del propio mundo virtual [LOR01].

En la figura 7 contemplamos a un usuario con diferentes visiones desde la misma coordenada geográfica.

### Storyboard y escenario

#### Página web

Un posible futuro visitante consulta la página web de Els Vilars, tal como se muestra en la figura 8. A través de la entrada mapa de situación recibe información sobre la localización geográfica del emplazamiento y diferentes accesos a éste.

Vía web también puede obtener datos generales sobre la fortaleza de Els Vilars y sobre la posibilidad de hacer una visita al yacimiento en realidad aumentada. Se le explica en qué consiste esta visita y qué tecnología y dispositivos utilizará.

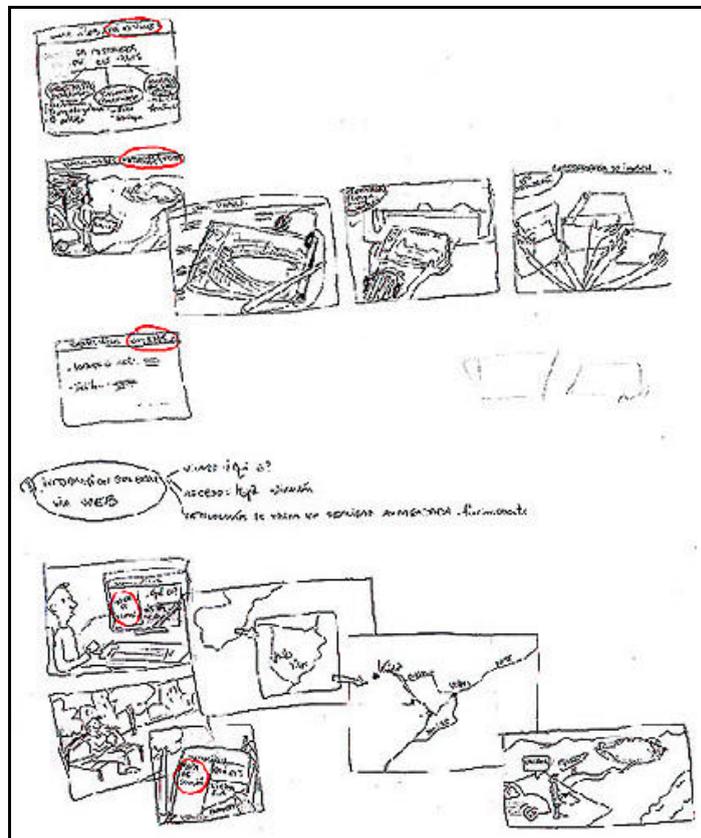


Figura 8..STORYBOARD: INFORMACIÓN VÍA WEB DE LA VISITA A ELS VILARS.

**Visita a Els Vilars en realidad aumentada.**

El visitante decide realizar la visita, llega al recinto y se dirige al punto de información situado en el parking, donde recoge la tableta y es instruido sobre su uso.

En primer lugar selecciona un idioma y la opción de visita guiada, especialmente indicada para noveles. Desde el punto de inicio se le ofrecerá información sobre el mundo ibérico y se le sugerirá un posible recorrido a seguir. El visitante inicia su viaje (Fig. 9).

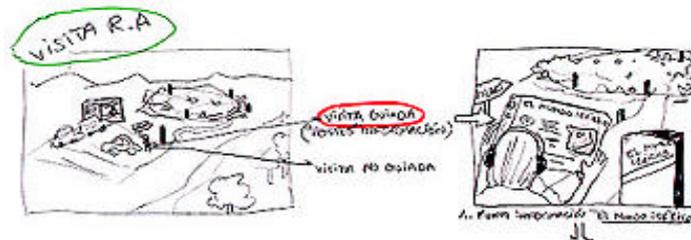


FIGURA 9..Storyboard: llegada Els Vilars e inicio de la visita.

A medida que se acerca a la fortaleza, (Fig. 10) el soporte le mostrará el paleopaisaje virtual de la época que éste escoja, pudiendo optar por compararlo diacrónicamente, hacer aproximaciones visuales, adquirir más información sobre la agricultura del momento, etc. (Fig. 11).

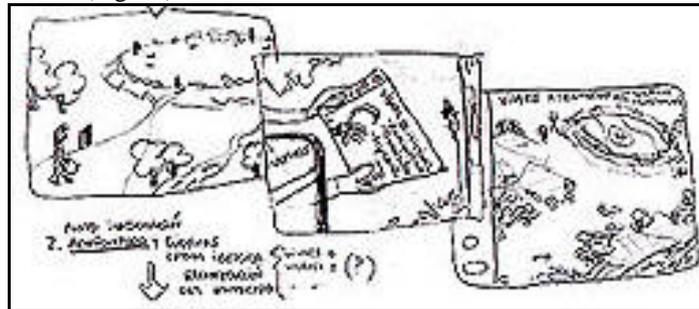


FIGURA 10. Storyboard: aproximación a la fortaleza



FIGURA 11. Simulación: vista de la reconstrucción y zoom sobre ésta

Continuando por el camino, con la intención de entrar en la fortaleza por la puerta principal, el visitante del yacimiento arqueológico observa unas piedras hincadas verticalmente en el suelo y decide consultar al sistema que es lo que está viendo: se trata del “campo frisio”. El sistema le ofrece, en este instante, mayor información arqueológica y le permite contemplar su reconstrucción infográfica (Fig. 12).

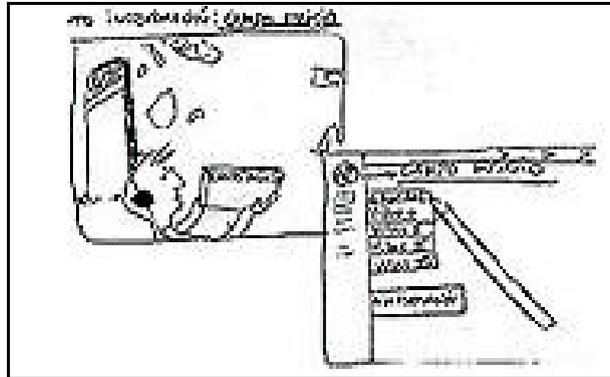


FIGURA 12. Storyboard: solicitud de información

Durante su recorrido, el visitante puede consultar en todo momento su posición exacta en un mapa de la fortaleza, así como el camino seguido hasta ese punto (Fig. 13).



FIGURA 13. Simulación: mapa de situación.

Cuando llegamos a la puerta principal (Fig. 14), el ordenador le ofrece una imagen virtual de la entrada en este lugar, y más concretamente de la reconstrucción perteneciente al período deseado. Asimismo el visitante también podrá aproximar o alejar la imagen a través de la herramienta zoom (Fig 15).

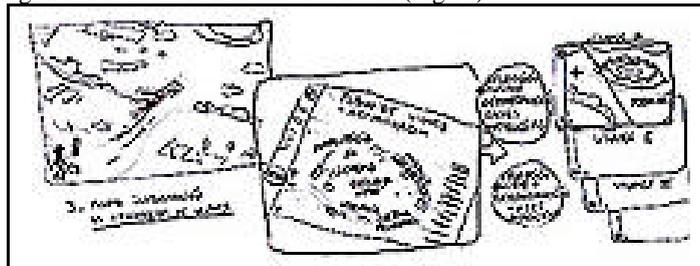


FIGURA 14..Storyboard: llegada a la puerta principal.



FIGURA 15. Simulación: reconstrucción de la puerta principal y contrazoom.

A continuación, al entrar en el interior de la fortaleza, verá tres muros de muy poca altura que, con ayuda de la tableta, descubrirá que eran viviendas (Fig. 16). Mediante la interacción con la información ofrecida, el visitante logrará entender cómo era el espacio habitable del interior de una casa en aquellos tiempos, qué objetos se usaban habitualmente, las costumbres de la época, etc.

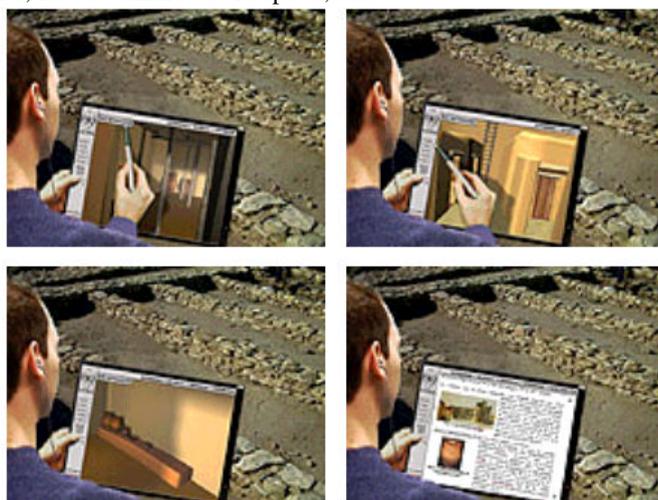


FIGURA 16. *Simulación: reconstrucción de una vivienda y muestra de información.*

Finalmente, una vez entendido como se vivía en Els Vilars, nuestro visitante sigue su recorrido y llega a la cisterna. Entonces visualiza la imagen virtual del lugar durante la época escogida, optando por verla, en este caso, desde un punto más alejado practicando un zoom (Fig. 17).

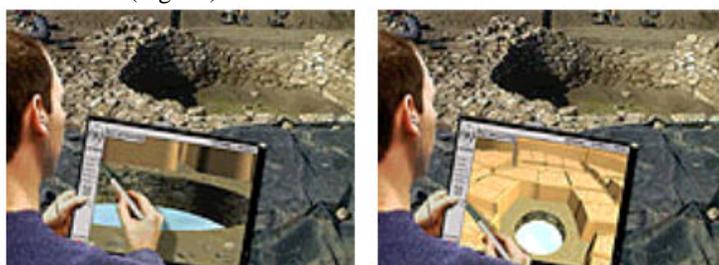


FIGURA 17. *Simulación: reconstrucción de la cisterna y contrazoom.*

## CONCLUSIONES

El artículo presenta un escenario de futuro de una visita guiada, utilizando realidad aumentada, al yacimiento arqueológico de Els Vilars. Este trabajo forma parte de un proyecto de diseño de sistemas interactivos aplicado a la visita de yacimientos arqueológicos realizado conjuntamente a lo largo de los últimos años por un grupo de investigación interdisciplinar formado por arqueólogos e informáticos.

La idea del proyecto nació a partir del análisis del prototipo de vídeo *Starfire* –que muestra el diseño de futuros sistemas interactivos– y su evaluación conjuntamente

con el equipo de arqueólogos y actuales visitantes del yacimiento arqueológico de Els Vilars.

## **REFERENCIAS**

- [ALO00] ALONSO, N. et al., "Virtual reality as an extension of the archaeological record: reconstruction of the iron age fortress Els Vilars (Arbeca, Catalonia, Spain)". En «Virtual Reality in Archaeology», pg. 225-231. Oxford, 2000.
- [CAR00] CARROLL, J., "Making use: scenario-based design Human-Computer Interactions". MIT Press, MA, 2000.
- [GAR97] GARCÉS, I. et al., "Vilars 2000. Una fortalesa ilergeta d'ara fa 2700 anys". Ajuntament d'Arbeca y Universitat de Lleida. Lleida, 1997.
- [LAN91] LANDAUER, T. K., "Let's get real: a position paper on the role of cognitive psychology in the design of humanly useful and usable systems". En «Designing interaction: psychology at the human-computer interface». Cambridge University Press. New York, 1991.
- [LOR01] LORÉS, J. et al., "Curso de Introducción a la Interacción Persona-Ordenador". <http://griho.udl.es/ipo>, 2001.
- [NIE94] NIELSEN, J., "Usability Engineering". Morgan Kaufmann Publishers, 1994.
- [PRE94] PREECE, J. et al., "Human-Computer Interaction". Addison Wesley, 1994.
- [TOG94] TOGNAZZINI, B., "The "Starfire" Video Prototype Project: A Case History". <http://www.quailwood.com/papers/videoPrototypePaper.html>, 1994.



# Interfaz para el diseño interactivo de escenarios para simulación de conducción

I. Coma(\*), S. Rueda(\*), M. Sánchez(\*), M. Fernández(\*\*)

(\*INTRAS. Instituto de Tráfico y Seguridad Vial. Universitat de Valencia.

(\*\*) Instituto de Robótica. Unversitat de Valencia.

e-mail: [Inmaculada.Coma@uv.es](mailto:Inmaculada.Coma@uv.es)

**Resumen.** El diseño de escenarios para simulación de conducción es una tarea compleja ya que requiere, por una parte el diseño del escenario tridimensional, y por otra el diseño de las situaciones dinámicas de conducción. Habitualmente estos escenarios se diseñan utilizando herramientas de modelado de propósito general, y mediante un lenguaje de programación o un lenguaje script para el diseño de las situaciones dinámicas. En el presente trabajo se presenta una herramienta que permite tanto el diseño de la escena como las situaciones dinámicas mediante una interfaz. Esta herramienta funciona sobre plataforma Windows.

## 1. INTRODUCCIÓN

El uso de simuladores de conducción se ha convertido en una herramienta esencial en el campo de la investigación sobre seguridad en los vehículos y comportamiento de conductores. Para la investigación con simuladores de conducción, es necesario crear nuevos escenarios de conducción adecuados al tipo de experimentos que se vayan a realizar. Dependiendo de si los escenarios diseñados van a ser utilizados para enseñar o para evaluar a conductores, deberemos generar distintas situaciones[1].

Diseñar nuevos escenarios para cada experimento es una tarea ardua. Por una lado hay que diseñar la escena tridimensional que vamos a representar: carreteras, entorno urbano o interurbano, señales de tráfico y marcas viales, etc. Además del diseño de la parte visual del escenario necesitamos crear las estructuras de datos necesarias para que el usuario pueda conducir por el escenario. Finalmente hay que generar el tráfico circundante, que puede ser tráfico autónomo (vehículos sin un comportamiento predefinido) o tráfico controlado (vehículos que realizan acciones concretas en un momento determinado). El diseño de los escenarios se realiza habitualmente mediante distintos métodos.

Por una parte, la escena tridimensional se genera con una herramienta de diseño 3D comercial (por ejemplo, Multigen), luego se genera mediante código C o C++ la estructura lógica de esta carretera y el comportamiento de los vehículos [2]. Otra de las formas utilizadas para este diseño es mediante el uso de lenguajes de script [3], escribiendo un fichero de tipo texto en el que se especifican las características de la carretera y el comportamiento de los vehículos, para a continuación compilar y ejecutar el fichero. Estos métodos para el diseño de escenarios, aunque finalmente

obtienen resultados satisfactorios, tienen el inconveniente de que hasta que no se diseña todo no se pueden ver los resultados.

## 2. DISEÑO DE ESCENAS TRIDIMENSIONALES

El primer paso en el proceso de diseño de escenarios, es el diseño del trazado de las carreteras y su representación visual. Las herramientas de modelado habituales están diseñadas para el modelado de todo tipo de objetos, pero no contienen opciones específicas para el modelado de carreteras. Para facilitar y automatizar este diseño tanto desde el punto de vista de la generación de los polígonos 3D, como del diseño dinámico de las situaciones (movimiento de los vehículos), se ha construido una herramienta con una interfaz de alto nivel. Esta interfaz permite diseñar en primer lugar el trazado de las carreteras.

La herramienta de diseño de carreteras se ha incluido en una herramienta propia de modelado de propósito general orientada a tiempo real [4]. Para el modelado de objetos tridimensionales utilizados en la visualización en tiempo real se requiere tener una estructura jerárquica en forma de árbol, que será recorrida en el proceso de dibujado. En dicho árbol tenemos distintos tipos de nodos (nodos de transformación, de nivel de detalle, etc.), y los nodos hojas que representan a los nodos poligonales. Durante el proceso de generación de la imagen se va recorriendo el árbol y se aplican las propiedades de los distintos tipos de nodos sobre los polígonos. Ha sido necesario incluir nuevos tipos de nodos para almacenar las características específicas de las carreteras y poder manipularlas mediante la interfaz.

La interfaz que se ha diseñado para poder acceder a estas estructuras de datos y manipularlos está basado en la manipulación directa, con una serie de procesos automatizados para que facilitar la tarea al usuario. Así, el usuario no tiene que mover los puntos que forman los polígonos de la carretera, sino que se han creado los llamados 'puntos de control' (Ver figura 1). La selección de estos puntos se realiza con el ratón, pinchando sobre la ventana se seleccionan los puntos y arrastrándolos con el ratón se varía la forma de la carretera. Así, moviendo únicamente tres puntos podemos generar un tramo largo de carretera. El sistema trata de seguir hasta donde es posible la metáfora de interacción "*lo que tienes es lo que ves*" (WYSIWIG) de forma que la carretera diseñada coincida lo más fielmente posible con la que finalmente se utiliza en el experimento. En los extremos donde esto no es posible se emplea la metáfora de símbolos icónicos para ofrecer la información adicional no presente en el escenario real [5].

Una vez creada la forma de la carretera, se pueden seleccionar entre distintos tipos de sección (autopista, interurbana, urbana, etc.), así como el número de carriles por cada sentido de cada uno de los tramos. Dependiendo del tipo de sección se generarán los polígonos adecuados, y se añadirán las texturas correspondientes, incluyendo las marcas horizontales. Todas estas operaciones se realizan seleccionando la parte de la carretera sobre la que queremos modificar sus propiedades, y abriendo una serie de menús que nos permiten cambiar las distintas opciones.

El siguiente paso para poder completar la escena, será la generación del entorno (terreno o edificios). Esta generación se podrá realizar de forma automática o bien

importando archivos externos. También podemos añadir a la escena objetos como señales horizontales, semáforos y otros elementos del decorado.

Se han establecido distintas formas de interacción del usuario con el programa, similares a las operaciones que se realizan en los programas de CAD. Desde el menú, barra de botones o tecla aceleradora se pueden elegir los modos de interacción con el escenario (selección, traslación, etc.), así como el tipo de objeto sobre el que vamos a interactuar (objeto poligonal, punto de polígono, punto de control de carretera, etc.). Y mediante interacción directa con el ratón podemos realizar las acciones (pinchando para seleccionar, arrastrando para mover o rotar). (Ver figura 1)

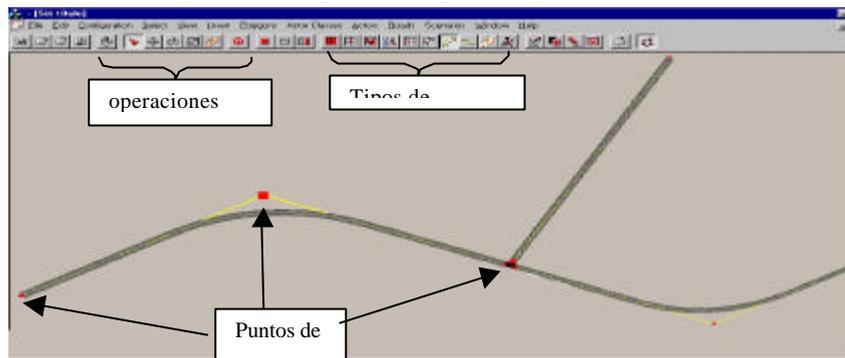


Figura 1. Interfaz para el diseño de carreteras mediante puntos de control.

Para poder conducir por la escena generada necesitaremos crear primero las estructuras de datos necesarias, es decir los carriles (rutas por las que un vehículo puede pasar). El programa permite la generación automática de dichos carriles, pero también incluye opciones de manipulación directa para poder modificar la forma de éstos cuándo sea necesario. Esto será especialmente útil en el caso de las intersecciones especialmente complejas (rotondas o intersecciones que unen un gran número de tramos), donde necesitamos que los vehículos circulen por ellas de forma correcta.(Ver figura 2).

Para crear una interfaz de diseño coherente y garantizar su usabilidad, las operaciones sobre los objetos se realizan siguiendo pasos análogos. Por ejemplo, para mover cualquier objeto de la escena primero activamos desde el menú un modo de selección (polígono, punto de control etc.), a continuación seleccionamos dicho objeto sobre la escena 3D, cambiamos el modo de interacción a traslación, y por último movemos el objeto arrastrando el ratón sobre la ventana. El proceso es el mismo independientemente del objeto que vayamos a modificar.

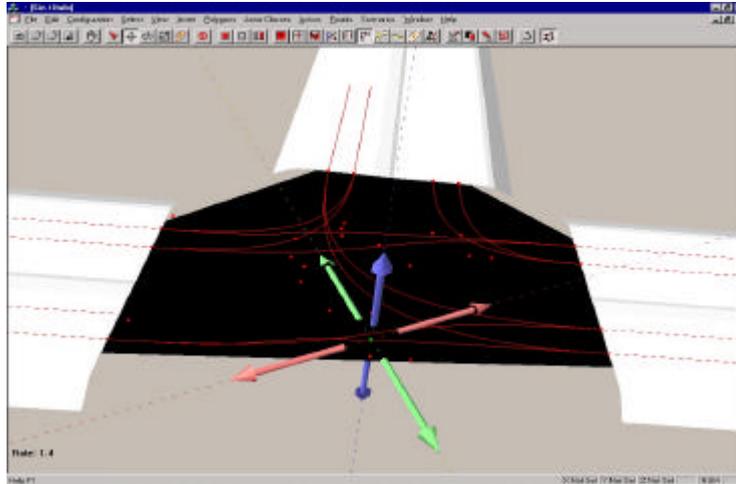


Figura 2. Generación y movimiento de carriles.

### 3. ESPECIFICACIÓN DE ESCENARIOS DINÁMICOS

El diseño de escenarios dinámicos, es decir, de los comportamientos de los vehículos situados en el entorno del conductor es una parte fundamental para el diseño de experimentos de simulación de conducción. En estos experimentos necesitamos tener la capacidad de repetir el mismo tipo de situaciones para los distintos sujetos a los que se somete a evaluación. Por ello es necesario crear mecanismos para activar comportamientos en los vehículos circundantes al conductor. Además necesitamos poder tomar medidas del comportamiento del conductor (velocidad, distancia de seguridad, etc.) en las situaciones creadas.

El diseño de estos escenarios se realiza habitualmente utilizando algún lenguaje de programación estándar (C o C++), o algún lenguaje de script específico para el diseño de situaciones. La ventaja de diseñar los escenarios de esta forma, es que nos da gran flexibilidad, ya que podemos acceder a todos los vehículos implicados y modificarlos como queramos. Pero el inconveniente es que los usuarios sin conocimientos de programación, no pueden desarrollar o modificar nuevos escenarios.

Para facilitar el diseño de escenarios hemos creado unas estructuras de datos que nos permiten incluirlo dentro de nuestra herramienta de generación de escenas tridimensionales, y poder realizar dicho diseño mediante una interfaz. Con ello podremos diseñar interactivamente las situaciones de conducción, y ver, en la misma herramienta el resultado final. Todo ello nos permitirá crear, visualizar, y modificar si es necesario un escenario de conducción dentro de una misma herramienta.

Se han introducido una serie de clases que servirán para almacenar y ejecutar los escenarios diseñados. Los tipos de comportamientos que podrán ser diseñados desde la interfaz serán, por una lado rutas predefinidas para obligar a un vehículo a seguir un camino dado en algún momento de la simulación, y por otro cualquier tipo de

comportamiento que podamos dividir en acciones sencillas. En la herramienta se ha introducido una base de datos con las acciones más habituales de los vehículos (cambios de velocidad, de posición, de carril etc.) de forma que el diseñador sólo tiene que situar el vehículo en su posición inicial, establecer el momento en que empezará a ejecutarse la situación y aplicarle las acciones que realizará.

#### **4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO**

Se ha desarrollado una herramienta para el diseño de escenarios de conducción que facilita enormemente la tarea, ya que al introducir una interfaz gráfica puede ser utilizada por usuarios no expertos en programación.

Si bien la parte del diseño de los escenarios tridimensionales ya ha sido completada, la parte del diseño dinámico de situaciones todavía está en proceso de mejora. En estos momentos se está introduciendo la posibilidad de que además de diseñar interactivamente las situaciones se pueda adjuntar código C o C++ como comportamiento de determinados vehículos, que luego será compilado y ejecutado en la misma herramienta.. Esto nos permitirá tener una herramienta útil para usuarios no expertos, y a la vez con posibilidades para que programadores puedan introducir situaciones más complejas.

#### **5. RECONOCIMIENTOS**

Este trabajo ha sido realizado parcialmente con la financiación del proyecto de investigación GV99-116-1-14 de la Generalitat Valenciana.

#### **6. BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Bayarri, S. Fernández M., Pérez M., 1996."Virtual reality for driving simulation" Communications of ACM. Vol. 39 N° 5, pp. 72-77
- [2] Bailey A.C., Jamson A.H., Parkes A.M. and Wright, S. 1999. "Recent and Future developments of Leeds Driving Simulator" DSC'99. Paris, Francia.
- [3] Kearney J., Willemsen P. 1999. "Scenario Languages for Driving Simulation" DSC'99. Paris, Francia.
- [4] I.Coma, et al. " Artgraph: Un entorno integrado de desarrollo y ejecución de aplicaciones 3D en tiempo real". CEIG'98. Orense.
- [5] Foley, van Dam, Feiner y Hughes "Computer Graphics: Principles and Practice" Addison Wesley, 92.



# Interacción en lenguaje natural con robots móviles

M. González<sup>1</sup>, E. Fernández<sup>2</sup>, J. Gómez<sup>2</sup>, M. Toro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos  
Facultad de Informática y Estadística. Universidad de Sevilla  
Avda. Reina Mercedes s/n. 41012 Sevilla  
E-mail: {mariano, mtoro}@lsi.us.es

<sup>2</sup>Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática  
Escuela Superior de Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla  
Camino de los Descubrimientos s/n. 41092 Sevilla  
E-mail: {eduardo, juango}@cartuja.us.es

**Resumen.** Este artículo presenta un sistema para la teleoperación de un robot móvil a través de un entorno parcialmente estructurado mediante frases en lenguaje natural. A través de una interfaz en lenguaje natural el operador puede ordenar la ejecución de acciones simples o tareas más complejas sobre el robot. Las tareas complejas se descomponen en acciones simples generándose una red de acciones cuya ejecución producirá el cumplimiento de la tarea requerida. El sistema desarrollado tiene como principal característica su generalidad, lo cual le permite ser aplicado a la teleoperación de diferentes clases de sistemas complejos interactivos.

**Palabras clave:** Lenguaje natural, interfaces persona-ordenador, telerrobótica, robots móviles, planificación de tareas

## 1. Introducción

Las interfaces en lenguaje natural pueden ser de gran ayuda en la comunicación persona-ordenador en sistemas complejos interactivos, al permitir al operador del sistema manipular el mismo mediante la entrada de mandatos en su propio lenguaje.

Este artículo presenta una interfaz en lenguaje natural para la teleoperación de un robot móvil que navega en un entorno parcialmente estructurado. A través de la interfaz se pueden ejecutar acciones simples o tareas complejas sobre el robot. Estas últimas requieren la creación y ejecución de una secuencia de acciones simples.

Desde que aparecieron los clásicos ROBOT [1] y SHRDLU [2] han ido surgiendo diversos trabajos sobre la aplicación de interfaces en lenguaje natural a la comunicación con robots [3][4][5][6][7][8]. En un repaso del estado del arte en comunicación persona-robot [9] se concluye que es necesario desarrollar técnicas que permitan a usuarios sin entrenamiento previo manejar de forma eficiente y segura los robots. Los usuarios no quieren operar robots. En su lugar, quieren utilizarlos para cumplir ciertas tareas. Por ello necesitan una interfaz amigable que les permita instruir

al robot de manera intuitiva y les proporcione información de una forma que ellos puedan entender.

## 2. Descripción del Sistema

El sistema desarrollado (Fig. 1) consta de dos partes: un módulo de adquisición y otro de operación [1]. El primero permite introducir el conocimiento de un sistema mientras que el segundo permite operar el sistema utilizando este conocimiento.

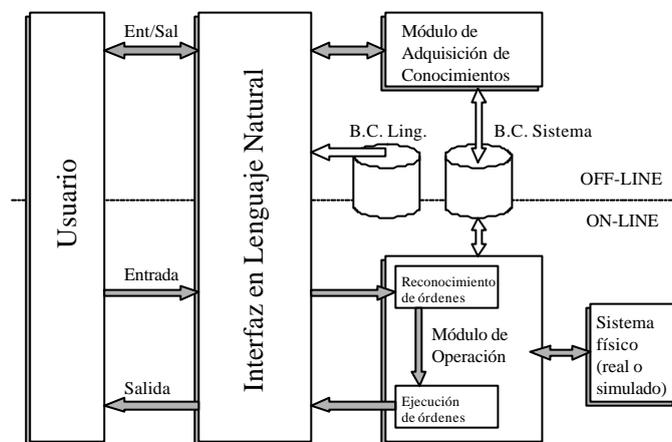


Fig. 1. Diagrama de bloques del sistema

### 2.1 La Base de Conocimientos

La base de conocimientos contiene el conocimiento declarativo y procedimental del sistema. El primero describe las entidades del dominio y está estructurado en clases, objetos, conexiones, agrupaciones y medidas. El segundo incluye funciones que permiten conseguir los objetivos del sistema. Una función puede estar asociada a una entidad del sistema o al sistema completo y tiene unos prerequisites, unos medios, un criterio de cumplimiento y unas acciones posteriores al cumplimiento.

La realización de una función puede exigir la realización previa de otras que actúan como medios de la misma y puede lanzar la ejecución de otras más que actúan como acciones posteriores. Al ejecutar una función ésta se descompondrá en sus componentes obteniéndose una red formada por acciones simples.

### 2.2 La Interfaz en Lenguaje Natural

El diccionario de la interfaz en lenguaje natural incluye las palabras que el operador puede utilizar en sus órdenes. Está formado por palabras genéricas y palabras específicas del sistema, como los nombres de las entidades del mismo. La gramática

es fija y está adaptada a las frases que el operador puede usar para dar sus órdenes. El diálogo entre el operador y el sistema a través de la interfaz es el siguiente:

1. El operador introduce desde el teclado una frase que representa una orden.
2. Se analiza la corrección lingüística de la frase.
3. Se interpreta la frase, identificando el tipo de operación solicitada por el operador y el elemento o elementos del sistema a los cuales afecta la operación.
4. Se comprueba la validez de la operación solicitada y los elementos especificados.
5. Se genera la orden en el lenguaje de control y se envía al sistema físico a través del sistema de control.
6. Se actualiza la base de conocimientos del sistema y se informa al operador del resultado de su operación.

### 2.3 El Módulo de Operación

Este módulo permite la interacción entre el operador y el sistema. El operador puede dar órdenes simples y complejas. Las primeras se aplican directamente a un elemento y pueden ser de ejecución de una acción o de solicitud de información. Las segundas implican la ejecución de una secuencia de acciones simples sobre algunos objetos en un orden predeterminado para cumplir un objetivo.

### 2.4 Generación de un Plan de Acciones

Dado un objetivo, existirá en la base de conocimientos al menos una función que lo tenga como su objetivo. Cada medio y acción posterior de esta función puede ser una orden simple o compleja. Cada prerequisite puede ser una orden compleja o una condición sobre el estado o valor de una propiedad. Las órdenes simples y complejas y las condiciones se representan mediante Redes de Petri.

Si cada medio, acción posterior y prerequisite se descompone sucesivamente hasta que únicamente queden acciones simples y condiciones se obtiene la *red de acciones* (Fig. 2). Los lugares de esta red representan acciones que se están ejecutando sobre los objetos mientras que las transiciones representan condiciones sobre el estado de los objetos o sobre el valor de sus propiedades.

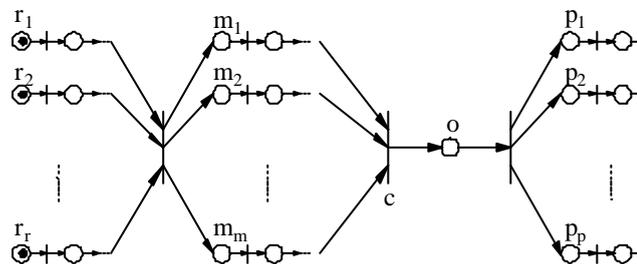


Fig. 2. Estructura de una red de acciones

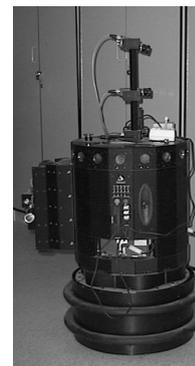


Fig. 3. Nomad 200

### 3. Aplicación al Robot Móvil

#### 3.1 Descripción del Robot

El robot móvil Nomad 200 [11] consta de una base sobre la cual va montada una torreta. La base tiene dos ruedas motrices y una directriz que permiten movimientos de traslación hacia delante y hacia atrás y de giro a derecha e izquierda. La torreta es capaz de girar 360° sobre sí misma de forma independiente a la base. El robot está equipado con un sensor de distancia láser, ultrasonidos y una cámara CCD (Fig. 3).

#### 3.2 Operación del Robot

El robot se puede operar de dos formas. La primera consiste en ejecutar los programas que lo controlan en su propia CPU. La segunda consiste en utilizar el sistema de control instalado en una máquina conectada al robot mediante un enlace por radio Ethernet (Fig. 4). Esta alternativa es preferible al proporcionar un entorno gráfico que permite probar los programas antes de ejecutarlos sobre el robot real.

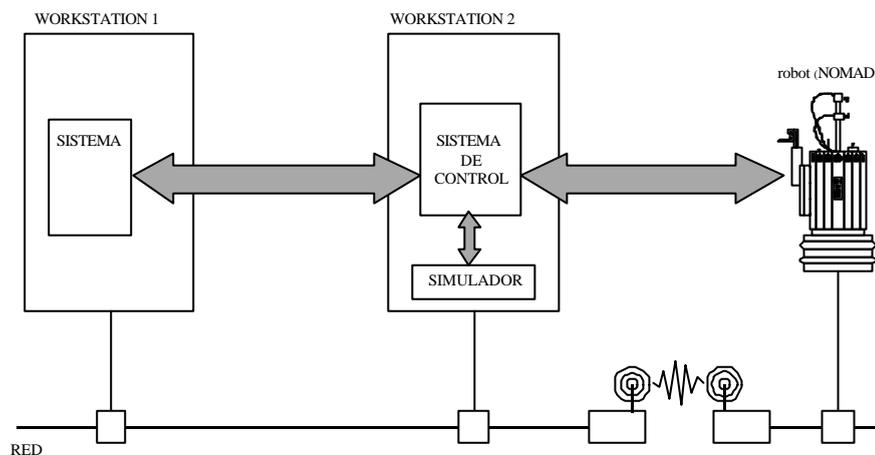


Fig. 4. Conexión entre el sistema y el robot real

#### 3.3 Resultados Experimentales

Se ha realizado un experimento en un entorno parcialmente estructurado consistente en ejecutar varias series de órdenes simples y complejas para guiar al robot desde un punto inicial hasta un punto final evitando los obstáculos. La Fig. 5 muestra la interfaz del entorno usado para la ejecución de las órdenes, que se listan en la Fig. 6.

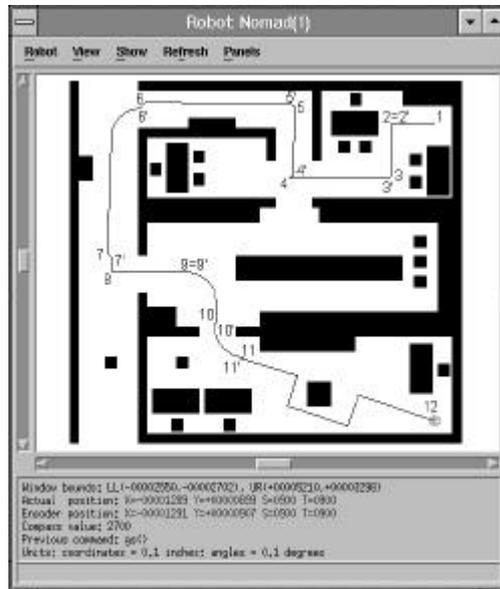


Fig. 5. Ejecución del experimento

1. avanzar nomad.
2. parar.  
girarizquierda.  
avanzar.
3. parar.  
girarderecha.  
avanzar.
4. parar.  
girarderecha.  
avanzar.
5. parar.  
girarizquierda.  
avanzar.
6. girarizquierda.
7. parar.  
estimar posición.
- 7' avanzar un poco.
8. girarizquierda.  
avanzar.
9. girarderecha.
10. rotar 60 a la izquierda.
11. avanzar mirando.
12. parar.

Fig. 6. Secuencia de órdenes

## 4. Conclusiones

En este artículo se ha descrito un sistema que permite la teleoperación de un robot móvil en un entorno parcialmente estructurado mediante una interfaz en lenguaje natural. Esta interfaz permite realizar sobre el robot simples acciones u objetivos más complejos que implican la generación y ejecución en un orden determinado de una secuencia de acciones simples. Se ha prestado especial atención a la manipulación del sistema mediante objetivos de alto nivel definibles por el usuario. Estos objetivos se definen unos sobre otros de manera telescópica, ofreciendo al operador la posibilidad de considerar el nivel de abstracción adecuado en cada momento.

## 5. Referencias

1. Harris, L.R. (1977). A High Performance Natural Language Processor for Data Base Query. *ACM SIGART Newsletter*, vol. 61.
2. Winograd, T. (1972). *Understanding Natural Language*. Academic Press.
3. Selfridge, M. & Vannoy, W. (1986). A Natural Language Interface to a Robot Assembly System. *IEEE Journal of Robotics and Automation*, vol. RA-2, no. 3, pp. 167-171.
4. Brown, M.K., Buntschuh, B.M. & Wilpon, J.G. (1992). SAM: A Perceptive Spoken Language Understanding Robot. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, vol. 22, no. 6, pp. 1390-1402.

5. Torrance, M.C. (1994). *Natural Communication with Robots*. Doctoral Dissertation, Massachusetts Institute of Technology.
6. Hwang, Y.K., Cheng, P.C. & Watterberg, P.A. (1996). "Interactive Task Planning through Natural Language", Proc. of the IEEE Int. Conference on Robotics and Automation, Minneapolis, Minnesota, abril 1996, pp. 24-29.
7. Ingrand, F.F., Chatila, R., Alami, R. & Robert, F. (1996). "PRS: A High Level Supervision and Control Language for Autonomous Mobile Robots", Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Minneapolis, Minnesota, abril 1996, pp. 43-49.
8. Knoll, A., Hildebrandt, B. & Zhang, J. (1997). "Instructing Cooperating Assembly Robots through Situated Dialogues in Natural Language", Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Albuquerque, New Mexico, abril 1997, pp. 888-894.
9. Klingspor, V., Demiris, J. & Kaiser, M. (1997). "Human-Robot Communication and Machine Learning", *Applied Artificial Intelligence*, vol. 11, no. 7-8, pp. 719-746, 1997.
10. González Romano, J.M. (1997). *Application of Natural Language to Knowledge Acquisition and Operation of Complex Systems*. Doctoral Dissertation.
11. Nomadic Technologies Inc (1997). *NOMAD Language Reference Manual*.
12. González Romano, J.M., Gómez Ortega, J., Camacho, E.F., Toro, M. (2000) A Generic Natural Language Interface for Task Planning. Application to a Mobile Robot. *Control Engineering Practice*, Vol. 8, No. 10.

# Evaluación realista de la usabilidad en la ingeniería de la Interfaz Persona Ordenador

J. Falgueras, A. Guevara

Dpto. de Lenguajes y Ciencias de la Computación, Universidad de Málaga, Campus de Teatinos s/n

{juanfc, guevara}@lcc.uma.es  
<http://www.sicuma.es>

**Resumen.** En este trabajo se muestra cómo las pretendidas técnicas de evaluación empíricas deben ser complementadas con técnicas de evaluación a priori basadas en el análisis léxico-semántico de los algoritmos fuente de las interfaces persona ordenador. Para ello se justifica una hipótesis universal basada en anteriores trabajos válidos en la medición de la complejidad de grandes programas de software debida a McCabe, aplicándola al proceso cognitivo de la interacción como proceso de complejidad similar al del propio algoritmo pero sustentado, no ya en el número de decisiones-bucles sino en el número de componentes activos que ofrece la interfaz. Así, una vez aceptada esta hipótesis, se plantean dos fenómenos interactivos a evaluar: la complejidad estática y la complejidad dinámica. La primera correspondería a la dificultad de reconocimiento y de decisión reunida en cada diálogo modal con el usuario. La segunda, la cantidad de decisiones entre las alternativas a las que el usuario se ve sometido durante el proceso de interacción, en el tiempo. Una vez establecidos, por una lado una hipótesis de trabajo para el análisis del código fuente y, por otro, elementos medibles, se establecen técnicas realistas de medición basadas en parsers directos sobre el código fuente de los programas durante el desarrollo, que darán medidas absolutas o relativas de la complejidad de los diálogos que se van programando y, por otro, unas técnicas de sondado y seguimiento de la interacción en el tiempo del usuario con el programa. Dada la importancia y complicación añadida del estudio de los sistemas cooperativos, esta última técnica adquiere especial relevancia en ellos, permitiendo llegar a construir sistemas cooperativos con interfaces razonablemente adaptativas a los perfiles de los usuarios conforme los usan y sin los costosos y lentos mecanismos de evaluación empíricos clásicos. El resultado es una batería de herramientas basadas en una revolucionaria metodología de evaluación de la usabilidad que, en última instancia, orientaría al desarrollador durante el proceso de programación.

**Palabras clave:** Usabilidad, Evaluación formal, Sistemas Cooperativos.

## 1. Introducción

Con [14], simplificando la definición de proceso interactivo como aquél dirigido por el usuario, estaríamos suponiendo que tenemos usuarios libres y sistemas absolutamente exhibibles. La situación real es más bien la opuesta, el proceso dirige más al usuario que el usuario al proceso. Ciertamente se espera que el usuario identifique metáforas, ya bien en forma creativa generando así nuevo conocimiento (por la creación de similitud, [5]), que puede ser más o menos afortunada para guiar intuitivamente al usuario, [15]. Estas metáforas, por la propia naturaleza de los sistemas físicos usados en los ordenadores son, sobre todo, gráficas o basadas en sonidos. Este conocimiento adquirido o la intuición previa del usuario reclamada por la interfaz para el reconocimiento de las metáforas empleadas ayudaran al usuario a “dirigir” (más bien a “dirigirse entre”) las siguientes acciones. En diversos trabajos anteriores, pero especialmente en [4], el autor ha realizado una extensiva labor de recopilación de las diversas técnicas actualmente en vigor para la evaluación de la usabilidad de interfaces de usuario concretas. En esta presentación el autor intentará mostrar la importancia de axonomizar los elementos interactivos de las interfaces para, de esa forma, a partir de las clases formadas, tener grupos simples, fáciles de reconocer, suficientemente abstractos que permita la evaluación comparativa de términos típicos en la medición de la usabilidad.

Precisamente uno de los problemas más graves a los que se enfrenta el estudio científico de la Interfaz Persona Ordenador es el de la ambigüedad de los objetivos perseguidos. La única solución a esta cuestión la ofrecen las medidas prácticas de los resultados del uso de las aplicaciones.

En este sentido la mayoría de los métodos de usabilidad en ingeniería podrían contribuir de manera sustancial a la usabilidad con el mero hecho de llegar a ser usados durante el ciclo de vida del proyecto. Pero aún el mejor de los métodos es inútil si no se llega a usar nunca. Desafortunadamente, la experiencia muestra [8,9] que la mayoría de los desarrolladores encuentran demasiado caros, intimidantes, difíciles y pesados de usar los métodos de usabilidad. Incluso métodos como el de evaluación heurística, [10], o la evaluación heurística económica, [9] (que utiliza de tres a cinco evaluadores en sucintas sesiones programadas) no siempre llegan a usarse.

Por otro lado, es altamente deseable como apoyo a los métodos ortodoxos de ingeniería de la usabilidad que el diseñador dispusiese de alguna herramienta que le permitiera hacer una estimación de la complejidad previa al desarrollo y que se está introduciendo en el diseño de la Interfaz Persona Ordenador. Sin estos datos el analista y el diseñador han de esperar a una evaluación del prototipo para modificar su trabajo.

Los métodos formales útiles en las técnicas predictivas (como GOMS, TAG y derivadas), aún apoyándose en las características abstractas que se podrían extraer de un análisis formal de la interfaz, no pueden llegar a concretar una medida práctica, realista, de la compleja situación tanto ambiental, en la que se usa el sistema, como cognitiva del comportamiento humano. Esto es especialmente cierto en sistemas cooperativos, donde el comportamiento no se limita al de un usuario en un entorno sino que hay que coordinar las acciones de multitud de usuarios orientadas a diversidad de tareas [13] y tener en cuenta aún aspectos sociales.

No queremos ser redundantes sobre la consabida importancia actual de la Interfaz Persona Ordenador conforme se expande explosivamente su alcance a todo tipo de usuarios. Nos queremos centrar en aspectos eminentemente prácticos que lleven a resultados de calidad cercanos al sentido común. En este sentido es necesario situarse no en el plano teórico tratando de analizar el comportamiento del ser humano ni hacer un análisis formal de todos los algoritmos involucrados en una aplicación interactiva. Nos situaremos en los aspectos reales del desarrollo ingenieril de un sistema interactivo.

En este trabajo, aún en desarrollo, vamos a presentar una relación entre el proceso ingenieril de análisis, diseño y codificación de la interfaz con el resultado en términos de usabilidad. Como veremos en el siguiente apartado, las técnicas experimentales no están dando los resultados previstos, mientras que el desarrollo del software empieza a entrar en etapas de una madurez suficiente como para ofrecer valiosos parámetros aprovechables en la evaluación de la usabilidad final de los productos perseguidos. Particularmente nos centraremos en resultados presentados en [4], para aún alejándonos más de aquél planteamiento o concretado en lenguajes genéricos, examinar la universalidad de las hipótesis presentadas allí.

## **2. Técnicas experimentales de evaluación**

Los métodos y técnicas experimentales tratan con datos observados en el mundo de usuarios reales en el desarrollo de tareas con artefactos físicos. Estos artefactos incluyen escenarios sobre el papel, caricaturas, prototipos computacionales o plataformas tipo “Mago de Oz” (WOz). Las técnicas WOz han sido aplicadas tan sólo mediante interfaces en lenguaje natural, pero son especialmente representativas del tipo de evaluación que estamos hablando. Los datos relativos al comportamiento del usuario se graban en cinta y después se recogen e interpretan subjetivamente. Esta tarea requeriría tiempo y experiencia. Estos métodos son fundamentales para cualquier estudio real de la interacción ya que aportan parámetros específicos que después se utilizan en los estudios teóricos generalizando y extrapolándolos. Son, pues, el laboratorio más implacable de cualquier teoría sobre la interacción.

Existen herramientas de software para el seguimiento (monitorizado) de las actividades de usuarios, alumnos en aulas de informática, beta-testers, etc. que pueden permitirnos observar a la persona en los detalles más significativos básicos de la interacción, como movimientos de ratón o pulsaciones de teclado.

Nuestro objetivo se centra en la substitución de tales herramientas por otras integradas en el propio software en desarrollo de manera que lo convierta en aplicaciones auto-evaluables.

Un aspecto muy importante a cubrir en este tipo de herramientas experimentales de evaluación es la multimodalidad de las posibles entradas del usuario. Nos referimos aquí a los posibles modos de interactuar que el sistema ofrezca al usuario: ratón, teclado, voz, imagen, etc. Esta diversidad es difícil de recoger y mantener con un sistema de observación humano como el clásico WOz. Si se trata además de realizar estadísticas de determinadas secuencias de acciones, para establecer frecuencias de

uso, y posibles, por tanto optimizaciones parciales, es imprescindible la recogida automática de datos, difícil con sistemas no conectados a los procesos interactivos.

### **3. Sistema actuales mixtos**

En [1, 3] se presenta un sistema de evaluación semiautomatizada capaz de recoger datos recibidos en forma multimodal. Esta evaluación automática está basada en cuatro pasos:

1. Definición del modelo de tareas. Particularmente siguiendo modelos análogos a los modelos GOMS, [2, 6], llegaríamos a un modelo conceptual de tareas (las hojas del árbol jerárquico de tareas, conceptualmente indivisibles).
2. Adquisición de los datos conductuales del usuario. Esta recogida incluye la grabación de imágenes del usuario para la posterior interpretación de expresiones y gestos.
3. Identificación de patrones de comportamiento. La repetición de acciones dentro de una tarea, debida a la forma de implementación de la interfaz. Por ejemplo, el reajuste sistemático del tamaño de las ventanas cada vez que se abren puede indicar un mal diseño de esta función de apertura, que no adecúa correctamente la presentación de las ventanas a las necesidades del usuario.
4. Crítica de los mismos. Bajo una taxonomía debida a [12]: compatibilidad, homogeneidad, concisión, pertinencia de las respuestas, control explícito, sobrecarga cognitiva y control de errores.

Este tipo de evaluación es mixta y no permite la interacción dinámica necesaria en los sistemas de diseño cooperativos.

Este modelo de evaluación mixto al tener en cuenta la tarea a realizar, consigue trazar el camino que ha de seguir el usuario de manera abstracta, para después concretarlo en las acciones, necesariamente multimodales, que lo han de concretar.

### **4. Conceptos prácticos a medir**

Definida la usabilidad en términos de objetivos y criterios operativos, [11], podemos usarla en forma práctica (empírica) pudiendo llegarse a especificar posibles medidas numéricas. Al ser muy amplios y complejos los conceptos de los que se habla en la usabilidad, es más conveniente el uso de medidas cualitativas, como las de la tabla, que expresan la usabilidad del sistema en términos cualitativos y que incluyen más factores. De esta forma al menos se puede clasificar y describir el estado de los sistemas, que puedan hacer productos más usables, aunque caen en la idea reduccionista de asumir que el todo es la suma de las partes. La descomposición del problema en partes ayuda a comprenderlo pero no nos garantiza que el conjunto siga las propiedades parciales. Un producto es usable si satisface al usuario en las áreas para las que fue diseñado. Sin embargo, la medición de la satisfacibilidad del usuario

es una area difícil ya que es una función que depende no sólo de los usuarios, también de las areas y del entorno.

**Funcionalidad** ¿Puede el usuario realizar las tareas requeridas?  
**Comprensibilidad** ¿Comprende el usuario el sistema?  
**Tiempos** ¿Se realizan las tareas del usuario dentro de tiempos razonables?  
**Entorno** ¿Encajan las tareas dentro de otras dentro del mismo entorno?  
**Seguridad** ¿Perjudica el sistema al usuario, ya sea psicológica o físicamente?  
**Errores** ¿Comete el usuario demasiados errores?  
**Comparaciones** ¿Es comparable el sistema con otras formas de hacer las mismas tareas?  
**Estándares** ¿Es el sistema análogo a otros que el usuario conozca?

Hemos llegado pues a una definición de trabajo, suficientemente práctica para poder hacer pruebas de usabilidad. Para hacer estas pruebas prácticas será necesario incluir al usuario en las pruebas. Se deben hacer observaciones de gente haciendo cosas con el producto y tendremos que juzgar cómo de bien se están realizando las tareas. Podemos expresar esta evaluación práctica de la usabilidad mediante tres principios:

- las pruebas de usabilidad exigen la participación del propio usuario
- las pruebas de usabilidad se hacen mediante la observación de la realización por parte del usuario de las tareas utilizando el sistema a medir
- las medidas de la usabilidad son imprecisas y no hay prescripción que nos diga cómo es de usable un sistema. La interpretación de las observaciones siempre requieren juicios a posteriori y variarán dependiendo de las circunstancias.

Definiremos aquí métricas de la usabilidad susceptibles de ser evaluadas de una manera concreta sobre una interfaz real. Los valores medidos provienen de propiedades de la interfaz que afectan en unos u otros aspectos a la usabilidad del sistema.

Dentro de los métodos experimentales, uno de los más importantes es el de la inspección de la usabilidad, debido básicamente a [10, 9] y que está cada día más en auge dentro de los métodos realistas de evaluación de las interfaces.

La inspección de la usabilidad es el término genérico dado a un rango de métodos ingenieriles para la usabilidad que han tenido un crecimiento explosivo desde la presentación en [10] de la “evaluación heurística”, que resultó tener muchos parecidos con otros métodos de evaluación, y que finalmente en [16] han sido conjuntamente denominados métodos de “inspección de la usabilidad”.

Los métodos de inspección de la usabilidad son el nombre genérico para un conjunto de métodos basados en hacer que un evaluador inspeccione o examine los aspectos relacionados con la usabilidad de una interfaz persona ordenador. Los inspectores de la usabilidad pueden ser especialistas en usabilidad pero también lo son asesores del desarrollo del software con experiencia en determinados estilos de interfaces persona ordenador, asimismo pueden serlo usuarios reales con conocimientos sobre las tareas, etc. Así, aunque los objetivos de los diferentes métodos varían ligeramente, todos se basan en el juicio del inspector.

## 5. Métrica de la usabilidad

Podemos distinguir dos tipos de complejidad o esfuerzo necesario para la usabilidad, las complejidades

- estática (E)
- dinámica (D)

La primera se refiere a la dificultad propia del reconocimiento de los elementos gráficos utilizados, su reparto, estructura y aparición en una pantalla o, en general, en un punto en el diálogo hombre máquina. La segunda a la fluidez en el uso, tanto en frecuencia como en tiempo, que el usuario hace de los elementos gráficos, y por ende, de los propios diálogos o páginas. Ver [4]. Comparativamente, y haciendo una analogía con la evaluación de la complejidad algorítmica nos podemos referir aquí a la complejidad espacial, que sería asociable a la complejidad estática, y a la complejidad temporal, que sería la dinámica. La complejidad dinámica no tiene por qué ser sencillamente una derivación, quizás a nivel

$$D = f\left(\frac{dE}{dt}\right) \quad (1)$$

con  $f$  aproximadamente lineal. Sino que, dentro de  $D$  aparecen reflejados caminos seguidos para realizar tareas, y por tanto, longitudes de secuencias en el modelo PiE, pero a la vez independientes de la comprensión de cada uno de los pasos, y únicamente como objetivo alcanzado en un tiempo dado.

La evaluación de  $D$  no exige la evaluación previa de  $E$  pero sí puede utilizar su valor para extraer conclusiones como la frecuencia de acceso y complejidad relativa de cada componente, no fácilmente evaluables a priori.

Si se evalúa previamente  $E$ , se pueden hacer estimaciones de  $D$  aún sin ejecutar el programa. Estas estimaciones no serán decisivas sino que dependerán de las selecciones que un determinado usuario, y aquí tendríamos que concretar el perfil del usuario en el dominio de la aplicación, puede hacer para, según su experiencia y facilidad para reconocer las metáforas utilizadas, pueda usar para llegar (con más o menos facilidad) al objetivo del cumplimiento de la tarea prevista.

Es pues, útil conocer previamente  $E$  para, mediante alguna técnica, como las descritas mediante los métodos experimentales y/o teóricos, poder posteriormente conocer  $D$ .

Nuestra propuesta es la de incluir en el código de alto nivel responsable del funcionamiento de los elementos interactivos sensores algorítmicos para su seguimiento y trazado. Ver para ello [4].

Sin embargo, para la evaluación de  $E$ , son necesarias dos etapas, que aunque son complejas, no requieren de más complejo aparataje del seguimiento o en tiempo real, sino que se puede realizar “en dique seco”, antes de la ejecución del programa.

Estas etapas son:

1. Análisis léxico y semántico del texto fuente de alto nivel.
2. Reconocimiento de situaciones particulares en diálogos.
3. Aplicación de heurísticas.

La primera etapa depende, en su dificultad, como es natural, del grado de abstracción y descriptividad del lenguaje utilizado para el desarrollo, pero también depende de la coherencia y de la simplicidad interactiva de los elementos gráficos interactivos (widgets). En este punto es necesario hacer tantas más aproximaciones, y por lo tanto, nos alejamos más de resultados precisos, en cuanto el lenguaje sea de más bajo nivel respecto a la descripción global de los procesos interactivos. Un elemento de interacción puede contener más o menos semántica, modelando así más o menos detalles del objeto del que es metáfora. Mientras más posibilidades de respuesta ofrezca el elemento, mayor será su complejidad estática. En este sentido, la comparación entre un sencillo texto estático informativo, tal y como el pie de una imagen, es mucho menor que la complejidad de una de las técnicas utilizadas típicamente para el movimiento de los contenidos de una ventana (*scroll*). Siguiendo el modelo para la evaluación de la complejidad de grandes programas, en el nivel de complejidad de código, desarrollado por [7] (y posteriormente muy ampliado), es fácil encontrar, considerando al humano como un procesador de diálogos, en comparación con la máquina como una procesadora de código de instrucciones, que en el nivel cognitivo, la complejidad o dificultad de comprensión de un diálogo estático es función directa del número de elementos interactivos existentes en el mismo. Esta relación directa, no es, sin embargo la única influencia en tal complejidad, sino que existen muchos otros términos y factores que la modifican. Particularmente podemos destacar en el nivel práctico los siguientes:

1. la categoría del elemento interactivo
2. la asociación, en primer nivel de elementos

La agrupación de los elementos gráficos interactivos presentada en [4] simplifica en cuatro sencillos grupos todos los elementos gráficos interactivos usuales:

$\mathcal{P}$	pulsables	button
$\mathcal{E}$	editables	entry, text
$\mathcal{S}$	seleccionables	listbox, menu, menubutton, checkboxbutton, radiobutton, scrollbar
$\mathcal{N}$	pasivos	label, image

Con esto se zanja, de una vez por todas, la complejidad de cada elemento, y basta ahora asignar a cada grupo un valor en forma de cantidad medida y tomada de la experiencia, de la complejidad. Este valor de la complejidad de cada categoría puede ser fácilmente interpolado de los valores de las complejidades reales medidas en experimentos en los que intervengan de forma simple, de manera que no se produzca acoplamiento entre varias complejidades interactivas.

El segundo aspecto que tenemos que tener en cuenta en la medida de la complejidad estática  $E$  de un elemento o grupo de elementos interactivos es el de su "similitud" interactiva. El uso de los elementos interactivos no se produce de manera aislada, sino que, con su agrupación se construyen objetos con un significado, no especialmente nuevo, sino cuantitativamente distinto del de cada elemento individual. La aparición, por ejemplo de una matriz de botones pulsables no tiene por que producir una complejidad estática diferente que la de una lista móvil, un menú o una

lista de botones de radio (*radiobuttons*). En todos estos casos, se trata de elegir uno de entre varios textos (o quizás imágenes) y, por lo tanto, la dificultad real para el usuario estriba en el reconocimiento de uno sólo de los elementos y, a partir de él, no ya del reconocimiento individual de los demás, sino de las diferencias entre ellos. Por tanto, en este caso, la complejidad del conjunto no es necesariamente la suma de las complejidades, sino que van acompañadas de un factor, o peso, que probablemente, disminuirán la complejidad neta aportada por cada uno.

Aparte de la similitud o sinergia entre los componentes de grupos sencillos semejantes, también aparecen claras sinergias, debidas a simetrías en los diálogos, a parecidos estructurales de los mismos con objetos a los que modelan (parecido, por ejemplo, a una instancia muy familiar en su dominio para el usuario), etc. que no son fácilmente previsible en el ámbito automático. La complejidad estática  $E$  incluye pues un término añadido de forma global y que corresponde a esta impresión de conjunto, independiente del número de elementos:

$$E = \sum_i c_i \sum_j e_j + e \quad (2)$$

para los grupos o elementos  $i$  dentro de cada uno de los cuales puede haber series de elementos (o sólo uno) de complejidades  $e_j$  y, finalmente una complejidad global,  $e$ .

El reconocimiento lexicográfico de los grupos de elementos depende en gran medida de la expresividad del lenguaje de alto nivel usado. Particularmente algunos lenguajes contienen directivas para agrupaciones especiales y, por lo tanto, fácilmente reconocibles. Los coeficientes  $c_i$  de similitud, pueden aproximarse en primera instancia a  $1/n$  con  $n$  el total de elementos del grupo.

El valor de  $e$  no es directamente previsible en el nivel algorítmico, sin embargo, su influencia, y su valor, pueden ser muy próximos a cero en la mayoría de los casos, en los que el programa utilizará diálogos totalmente novedosos para el usuario.

## 6. Implementación

El análisis lexicográfico se incorpora al entorno de desarrollo de manera que el programador o el diseñador del prototipo, con un lenguaje de alto nivel, puede de manera continua e ininterrumpida conocer el grado de complejidad que se está introduciendo en cada diálogo diseñado.

En el peor de los casos, en el que esta evaluación no puede despreciar el valor de  $e$  en especial y los de  $c_j$  en agrupaciones complejas ad hoc, novedosas para este programa y para las que no tengamos heurísticas, al menos tendremos un valor vigía de la complejidad, con un crecimiento y decrecimiento que acompañarán al crecimiento real de  $E$ .

Por motivos de la dificultad, inconveniencia respecto al contenido y espacio disponible, no desarrollamos aquí más las consideraciones léxicas que hace el analizador de la complejidad estática. Sin embargo, creemos necesario indicar que su portabilidad, gracias a la similitud de los entornos gráficos, fuertemente estandarizados desde la aparición del sistema Apple Macintosh, debería ser muy fácil

entre lenguajes de alto nivel como se ha visto con Tcl/Tk, HyperTalk, VisualBASIC, Delphi, REALBasic y derivados.

La evaluación dinámica de la complejidad sigue mecanismos muy diferentes, relacionados fundamentalmente con el trazado y seguimiento o bien *on-line* o bien en forma de grabación de pasos seguidos para su posterior análisis. Este trazado facilita enormemente el acierto del diseño ya que muestra, de una manera indirecta y difícil de prever ni siquiera mediante una evaluación empírica, qué elementos, consciente o inconscientemente son más utilizados, menos o nada en absoluto, de manera que el diseñador estudie su asequibilidad y presencia, por ejemplo.

## 7. Conclusiones

Se muestra en este trabajo como los métodos de evaluación de la usabilidad son condición *sine qua non* la Interfaz Persona Ordenador no podría evolucionar a un saludable estado de ciencia deductiva y práctica. Que estos métodos aún arrastran técnicas de la ingeniería del software que no le son aplicables, fundamentalmente por involucrar de una manera tan especial al usuario, no modelable en el proceso de ingeniería clásico. Y que los métodos empíricos propuestos en especial para la evaluación de la usabilidad, aún estando simplificados, son muy costosos y no se llegan a emplear. Se presentan en este trabajo novedosas técnicas de evaluación de la usabilidad basadas en técnicas algorítmicas y de análisis lexicográfico previo a la ejecución, y, por tanto muy baratas. Se ha visto cómo la aplicación de heurísticas no es del todo fiable, pero aún a pesar de ello, los métodos, que no son obstrusivos, mantendrán la atención del desarrollador sobre posibles crecimientos o decrecimientos de la complejidad estática de los diálogos. Se define así también una complejidad dinámica, como complemento necesario de la anterior capaz de aportar los elementos no evaluables a priori en la primera.

El esfuerzo se centra pues después de obtener estos valores, en la obtención de tablas de medidas para cada categoría de elemento interactivo, dentro de un dominio para cada tipo de usuario.

## 8. Referencias

1. Sandrine Balbo and Joëlle Coutaz. Automatic evaluation in Human Computer Interaction, 13–16 April 1993.
2. Stuart K. Card, Thomas P. Moran, and Allen Newell. *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1983.
3. Joëlle Coutaz, Daniel Salber, and Sandrine Balbo. Towards automatic evaluation of multimodal user interfaces. Technical report, Amodeus Project Document: SM/WP32, December 1993.
4. Juan Falgueras Cano. *Modelado y evaluación automática cooperativa de la usabilidad de interfaces de usuario*. PhD thesis, Dpto. Lenguajes y Ciencias de la Computación. Universidad de Málaga, 2000.
5. Bipin Indurkha. *Metaphor and cognition: and interactionist approach*. Studies in Cognitive Systems. Kluwer, 1992.

6. David E. Kieras. *Towards a Practical GOMS Model Methodology for User Interface Design*, pages 135–157. Number 7 in *I. Models and Theories of Human-Computer Interaction*. North-Holland, Elsevier Science Publishing Company, 52 Vanderbilt Avenue, New York, NY 10017, 1988. ISBN 0444705368.
7. T. McCabe. A complexity measure. *IEEE Transactions on Software Engineering*, December 1976.
8. Jakob Nielsen. *Usability Engineering*. Academic Press, 1993.
9. Jakob Nielsen and Robert L. Mack, editors. *Usability Inspection Methods*. Number 14. John Wiley & Sons, New York, 1994.
10. Jakob Nielsen and Rolf Molich. Heuristic evaluation of user interfaces. In *Proceedings of ACM CHI '90 Conference on Human Factors in Computing Systems*, Methodology, pages 249–256. (c) Copyright 1990 Association for Computing Machinery, 1990.
11. David Redmon-Pyle and Alan Moore. *Graphical User Interface Design and Evaluation*. Prentice-Hall, 1995.
12. D. Scapin. Guide ergonomique de conception des interfaces homme-machine. Technical report, INRIA, 1986.
13. D. Schuler and A. Namioka. *Participatory Design: Principles and Practices*, chapter 3, Bøker, S. and Grønbæk, K. and Kyng, M. *Cooperative Design: Techniques and Experiences from the Scandinavian Scene*. Lawrence Erlbaum, 1992.
14. Bernard Sufrin and Jifeng He. Specification, analysis and refinement of interactive processes. In *Formal Methods in Human-Computer Interaction*, chapter 6. Cambridge University Press, 1990.
15. Eileen Cornell Way. *Knowledge representation and metaphor*. Studies in Cognitive Systems. Kluwer, 1991.
16. Cathleen Wharton, Janice Bradford, Robin Jeffries, and Marita Franzke. Applying cognitive walkthroughs to more complex user interfaces: Experiences, issues, and recommendations. In *Proceedings of ACM CHI '92 Conference on Human Factors in Computing Systems*, Usability Walkthroughs, pages 381–388. (c) Copyright 1992 Association for Computing Machinery, 1992.

# Un sistema de protocolos dinámicos de recogida de datos para mejorar la aceptación de la interfaz de usuario en dominios clínicos

F. J. Nava, M. Martínez

Departamento de Ciencias Experimentales e Ingeniería  
Universidad Rey Juan Carlos  
{f.j.nava, mmartinez }@escet.urjc.es

**Resumen.** La cada vez mayor complejidad de la información del paciente hace que cada vez sean más graves los conocidos problemas de los historiales clínicos en papel [1], entre otros: información incompleta, inexacta e ilegible, falta de estandarización, pobre organización y disponibilidad limitada, lo que dificulta enormemente el tratamiento automatizado de los datos clínicos.

El desarrollo de sistemas de historiales clínicos informatizados está en pleno auge. Los primeros de ellos se centraron más en los aspectos administrativos, financieros y de gestión que en los clínicos, que se restringían solamente a datos de laboratorio, diagnósticos y medicación [2]. El motivo es que la recogida de datos clínicos de forma estructurada presenta una mayor dificultad, sobre todo cuando la información es descriptiva, por lo que ésta se suele dejar como simple texto libre, lo que hace que sea de poca utilidad para propósitos como cuidado del paciente, toma de decisiones e investigación.

Este artículo presenta una panorámica de la problemática que presenta la informatización de los historiales clínicos y la importancia que tiene en su resolución disponer de una interfaz de usuario adaptativa, y una propuesta de un sistema de protocolos dinámicos de recogida de datos (PDRDs) para mejorar la aceptación por parte de los profesionales de la salud de los sistemas de historiales clínicos informatizados.

## 1. Introducción

Para obtener datos estructurados hay dos métodos básicos de introducción: el primero, lenguaje natural en conjunción con técnicas de procesamiento de lenguaje natural, el segundo, entrada de datos estructurados (EDE), siendo esta última la que produce mejores resultados en la actualidad [3, 4, 5], ya que una EDE realizada directamente por los profesionales mejora la calidad de la información introducida. Uno de los aspectos más importantes para que una EDE sea aceptada por los profesionales es que el tiempo necesario para la entrada de datos no exceda o exceda en poco al del sistema que se esté utilizando en la actualidad, por lo que los protocolos de recogida de datos (PRD) son un componente importante de un sistema

EDE, que además de agilizar la entrada de datos promueve su uniformidad y compleción [3].

Un PRD es el conjunto de datos probables para una determinada situación, p.e. un tipo de patología, y su utilización primaria es la de proponer solamente el conjunto de datos relevantes en una determinada situación.

Un protocolo se puede considerar como un subconjunto del dominio de *datos clínicos*, pudiendo especificar también un subconjunto del conjunto de *atributos* de cada dato clínico del protocolo y un subconjunto del conjunto de *valores* posibles de cada atributo especificado.

Los protocolos dinámicos de recogida de datos (PDRD), que proponemos en esta comunicación, son una evolución de los PRDs, que permiten recogidas de datos más sensibles al contexto, p.e. definir preferencias para determinadas situaciones, o poder expresar en una determinada situación la incompatibilidad de dos datos que en principio no sean incompatibles. Además sirven como punto de partida para implementar un sistema de alarmas y advertencias que le ayude al profesional de la salud a mejorar el proceso asistencial.

## 2. Problemática de la informatización del historial clínico

Las iniciativas actuales para la informatización del historial clínico deben estar diseñadas para afrontar el reto de la involucración directa de los profesionales en la recogida y la utilización de los datos.

Las principales dificultades a enfrentarse para abordar dicha informatización se pueden encuadrar en tres áreas de problemas (Fig. 1):

1. La facilitación de la entrada de datos
2. La comprensión de los datos
3. La mejora de la presentación de los datos

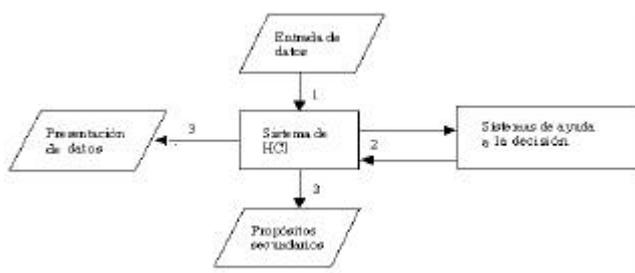


Fig. 1 Influencia de los tipos de problemas en los sistemas de HC informatizados.

### 2.1. ¿Cómo se puede mejorar la comprensión de los datos?

La prosa es la forma normal para expresar nuestras observaciones y pensamientos. No obstante, esta forma no garantiza que el lector entienda exactamente lo que el autor ha querido expresar [6]. La única forma de obtener un entendimiento sin ambigüedad de

las narrativas médicas es almacenarlas como expresiones controladas, con la ayuda de un vocabulario controlado. Las ventajas de la comprensión sin ambigüedad han sido remarcadas repetidamente [1, 7, 8]: facilitar el intercambio de datos entre los profesionales de la salud, permitir el soporte a las decisiones dependientes del contexto, hacer accesible la información del historial clínico para análisis estadísticos e investigación, etc. Sin embargo, la codificación de las narrativas médicas tiene un coste: la pérdida inevitable de matización y la de habilidad para manejar lo no previsto. Esto hace que la codificación total de las narrativas médicas sea menos flexible y expresiva que cuando se utiliza el texto libre.

Las estrategias que se han tomado para el almacenamiento de las narrativas clínicas se pueden dividir en:

1. Sólo texto libre [9, 10]
2. Sólo expresiones controladas [5, 7, 11]
3. Parte expresiones controladas y parte texto libre [2, 3, 12]
4. Texto libre y conversión en expresiones controladas mediante interpretación del lenguaje natural [13, 14]

Idealmente la mejor estrategia es la cuarta, pero debido al estado actual de la técnicas de procesamiento de lenguaje natural se prevé que tardarán tiempo en producir resultados prácticos aceptables; por lo que consideramos que la mejor estrategia en la actualidad y en un futuro de varios años es la tercera.

La primera de ellas no suministra otra utilidad que no sea la presentación de la información y la de su transmisión.

La segunda de ellas no es aconsejable ya que exigiría la conversión a expresiones controladas de toda la información del historial, y hay información cuya estructuración exigiría un gran esfuerzo siendo prácticamente nulo el valor añadido aportado.

## 2.2. ¿Cómo facilitar la introducción de los datos?

Tradicionalmente el mayor impedimento para la aceptación y el uso de los sistemas de historias clínicas informatizadas es el rechazo de los profesionales a introducir directamente las narrativas clínicas en el ordenador [1, 9, 15].

Algunas de soluciones técnicas que se han sugerido han sido el uso de ordenadores de mano y dispositivos de entrada alternativos al teclado, como las técnicas de reconocimiento de voz [1,15]. En general, la entrada directa por el profesional de las narrativas médicas está en fase experimental.

La entrada directa de las narrativas clínicas para su almacenamiento como expresiones controladas se enfrenta a algunos problemas específicos. Uno de ellos es como compatibilizar el tener el máximo control, para poder asegurar la calidad de los datos introducidos, con proporcionar la máxima flexibilidad, para acomodarse a las características especiales de cada caso individual del paciente. Hasta ahora se están utilizando tres métodos para introducir la información. El primero de ellos consiste en dirigir la entrada de datos mediante formularios estáticos predefinidos; este método es apropiado para subdominios médicos bien definidos con patrones de necesidades de información predecibles e independientes del paciente concreto – p.e nefrología, cirugía ortopédica [3]. Sin embargo en muchos otros dominios el patrón de entrada de

datos es menos predecible, p.e. medicina general. El tercer método de introducción, que es el más flexible de los tres, es la combinación de la entrada de datos en texto libre y el procesamiento del lenguaje natural, donde las narrativas se almacenan provisionalmente en texto libre y se convierten posteriormente a expresiones controladas. Aunque se está adquiriendo experiencia rápidamente en las técnicas necesarias para este último método, mientras no se consiga realizar la conversión a expresiones controladas, de forma inmediata a la entrada, no será posible deducir el contexto y así poder proponer y utilizar recordatorios, advertencias y alarmas on-line.

### 2.3. ¿Cómo mejorar la presentación de los datos?

La entrada y el almacenamiento de los datos no son un objetivo en sí mismas, sino que son un requisito para la utilización de los datos. La primera función de un historial clínico es la de servir como soporte asistencial a los profesionales de la salud, lo que implica que éstos tengan un rápido acceso a la información que necesitan. Hay tres formas básicas para mejorar la accesibilidad de las narrativas médicas:

- *Presentación de las narrativas médicas en forma de prosa para facilitar su lectura.* Muchos sistemas lo hacen, incluso aquellos que las tienen que generar a partir de datos codificados.
- *Optimización del diseño de la pantalla utilizando indicaciones en posiciones fijas.* En [10, 16] se indica la gran utilidad de las señales en posiciones fijas para guiar al profesional cuando está buscando dentro de un gran volumen de datos. La interfaz de usuario debe proporcionar paneles con paginación más que con desplazamiento (scroll), selección de opciones estáticas más que dinámicas y texto estructurado linealmente más que un mar de enlaces de hipertexto. En resumen, para presentar narrativas médicas la interfaz debe ser sencilla y estable.
- *Imponiendo una estructura orientada a la búsqueda en las narrativas médicas.* En [17, 18] se han propuesto principios importantes para la organización de las narrativas médicas para historias clínicas orientadas por problemas y orientadas en el tiempo y que fueron utilizados por primera vez en los sistemas ARAMIS y PROMIS [7, 11] respectivamente. Aunque estos principios afectan también a la entrada y el almacenamiento de los datos, su objetivo primario era el de facilitar la recuperación de la información.

La importancia de la interfaz de usuario es crucial en la facilitación de la entrada de datos, grande en la presentación de los datos y menor para la comprensión de los datos. No obstante, este último aspecto influye en la funcionalidad proporcionada por la interfaz, sobre todo a la hora de deducir el contexto.

## 3. Entrada de Datos Estructurados

En la actualidad, y mientras las técnicas de procesamiento de lenguaje natural no sean eficientes y eficaces, consideramos que el método más apropiado para la obtención de datos estructurados es la Entrada de Datos Estructurados (EDE).

Las características que debe cumplir una EDE para que sea aceptada por los profesionales de la salud son las siguientes:

- Debe proporcionar suficiente poder expresivo para describir con detalle la información clínica que sea relevante.
- No debe interferir con el método de trabajo habitual de los profesionales. Es decir, aquellas aplicaciones EDE que no cambien significativamente la rutina asistencial del paciente, serán las más aceptadas.
- Debe ser flexible. Debería dar libertad para determinar el orden y el grado de detalle de lo que se describe.
- Los datos a introducir deberían ser presentados en un orden predecible.
- El tiempo necesario para introducir los datos no debería exceder en mucho, al tiempo necesario para realizar la recogida de datos por el método actual.

Además, los datos obtenidos mediante una EDE deben cumplir ciertos requisitos:

- El programa mediante el cual los profesionales introduzcan los datos debería estimular la completitud de los datos.
- Los datos sobre el paciente no deberían ser ambiguos.

El núcleo esencial sobre el que se apoya una EDE es la Base de Datos de Conocimiento Clínico Descriptivo (BDCCD). Una BDCCD contiene un conjunto de conceptos elementales, las relaciones entre estos conceptos y las reglas de formación mediante las cuales se pueden formar conceptos válidos de nivel superior, así como las reglas para expresar dichos conceptos en lenguaje natural. Los conceptos elementales pueden ser de tipo básico y de tipo complementario.

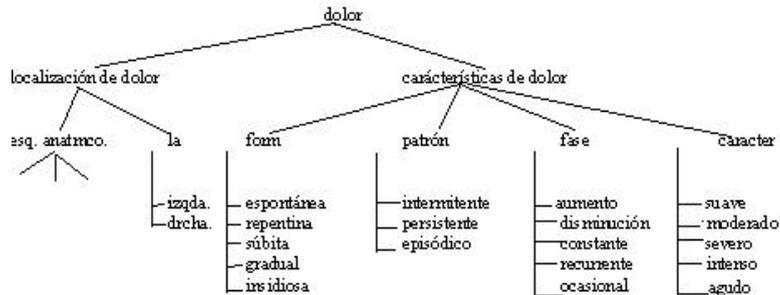


Fig. 2. Extracto del árbol de conceptos para expresar el dolor

En la figura 2 se presenta de forma esquemática un extracto del árbol de conceptos para expresar “el dolor”, donde *Dolor* sería un concepto básico y el resto serían conceptos complementarios.

La selección del conjunto de conceptos elementales {Dolor, rodilla, izquierda, espontánea, persistente, constante, intenso} daría lugar a un concepto bien formado que expresado en lenguaje natural sería *Dolor en rodilla izquierda de aparición espontánea, de patrón persistente, que está en fase constante y de carácter intenso*. Sin embargo, *Dolor de aparición espontánea y de patrón persistente* sería un concepto incompleto (falta localización del dolor), y *Dolor en rodilla izquierda de aparición espontánea y gradual* sería un concepto no válido (espontánea y gradual son conceptos incompatibles para el concepto forma para el concepto básico dolor)

### 3.1. Protocolos de Recogida de Datos

El objetivo primario de un Protocolo de Recogida de Datos (PRD) es promover la completitud de los datos en dominios clínicos concretos. Un PRD describe el conjunto de conceptos que se pueden describir en un determinado dominio. En definitiva un PRD es una vista de la Base de Datos de Conocimiento Clínico Descriptivo (Figura 3). Un efecto derivado de la aplicación de un PRD es la reducción en tiempo en la recogida de datos, al no tener que navegar dentro de la totalidad de conceptos para seleccionar uno concreto

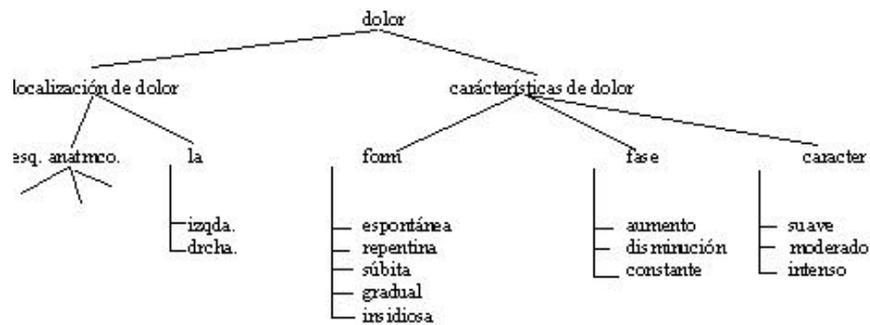


Fig. 3. Una vista del concepto dolor mostrado en la figura 2

### 3.2. Protocolos Dinámicos de Recogida de Datos

En la mayoría de los dominios, por pequeños que sean, es prácticamente imposible que la información a describir en cada caso concreto dependa exclusivamente del dominio. Casi siempre dependerá de otros factores como, entre otros, el conjunto de datos ya recogidos hasta el momento. El objetivo de los Protocolos Dinámicos de Recogida de Datos es introducir un nivel de inteligencia que sea capaz de discernir si un determinado concepto de un protocolo es aplicable o no y además, en el caso de ser aplicable, si es de carácter obligatorio u opcional.

Se persigue una reducción aún mayor del número de conceptos a presentar al usuario y del tiempo de introducción de datos al tener en cuenta en el contexto factores como el paciente concreto o las pruebas ya realizadas. También se mejora la calidad de los datos recogidos al no permitir la introducción de datos incorrectos en una situación concreta, y se automatiza la realización de acciones concretas, como la generación de la documentación asociada a los datos introducidos.

Un PDRD se compone de un conjunto de sentencias, cada una de ellas especificando, bien una acción a realizar, o bien los conceptos necesarios para generar una anotación en el historial clínico. En ambos casos se puede especificar un conjunto de condiciones bajo las que es aplicable la sentencia.

Un PDRD se describe formalmente mediante una gramática (Fig. 4), y se almacena en una base de datos.

```

<PRD> ::= <características prd> { <sentencia prd> }
<características prd> ::= INTERRUPO Si | No | Nunca SOLCON Si | No | Nunca
<sentencia prd> ::= [ <condición> ] [ OPC ] <sentencia>
<sentencia> ::= <sentencia anot> | <sentencia acción>
<sentencia anot> ::= <anotación> | <metanotación> [ <listvariables> ]
<listvariables> ::= <variable> { <más variables> }
<más variables> ::= { <variable> }
<condición> ::= <tipo condición> <condición elem> { <más condiciones> }
<tipo condición> ::= SI | SIU
<condición elem> ::= [ NO ] <variable> | <esvariable>
<esvariable> ::= <variable> [ NO ] <condconcepto> [ <esconceptos> ]
<esconceptos> ::= <operbord> [ NO ] <condconcepto>
<condconcepto> ::= <operpert> <concepto>
<operbord> ::= Y | O
<operpert> ::= TIENE | ESTA EN
<anotación> ::= <dato clínico> <contexto anot> [ <localización> ] [ <valores características> ]
<contexto anot> ::= { <concepto> TIPO context }
<valores características> ::= { <cod atributo> { <valores atributo> } }
<valores atributo> ::= [ <numselect> ] { <valor atributo> [ <aplicabilidad> ] }
<conjunto conceptos> ::= <concepto> [ <más conceptos> ]
<más conceptos> ::= { <concepto> }
<localización> ::= <estructura anatómica> [ <lateralidad> | MLAT <variable> ] [ <funcio> <variable> ]
<lateralidad> ::= bilateral | unilateral
<numselect> ::= SL | 0 | 1 | 2 | ...
<aplicabilidad> ::= [ VALDEF ] [ OBL | OPC ]
<funcio> ::= MBRO | SGMTO | ARTIC
<metanotación> ::= COPIA EMC | COPIA EEC <variable>
<sent acción> ::= <cod acción> [ { <param acción> } ]
<cod acción> ::= 1 | 2 | ...
<param acción> ::= <numparam.ctr> "=" <valor param.ctr>
    
```

Fig. 4. Especificación de un protocolo dinámico de recogida de datos

Al ejecutar el PDRD, se utiliza la especificación del protocolo junto con la información contenida en la Base de Datos de Conocimiento Descriptivo y en el historial clínico del paciente para controlar la secuencia de la introducción de datos en la interfaz (Fig. 5), así como para desencadenar determinadas acciones deducibles del contexto.

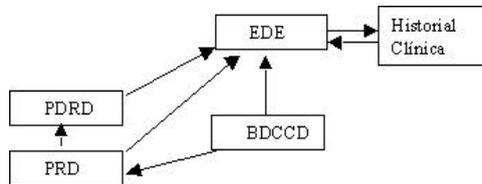


Fig. 5. Esquema de una EDE apoyada en un sistema de PDRDs

La introducción de la especificación de un protocolo se realiza simulando una hipotética visita de un paciente. Esto se hace utilizando la misma interfaz gráfica del sistema general de entrada de datos estructurados, adaptada para poder especificar las características del protocolo. Igualmente, cuando durante la ejecución de un protocolo haya que introducir información, el sistema presenta las mismas pantallas de la interfaz gráfica que se utilizarían para introducir la misma información mediante el sistema general.

Financiado por la Fundación del banco Bilbao Vizcaya, con la colaboración del departamento de Traumatología y Cirugía Ortopédica de la Clínica de la Zarzuela de Sanitas se desarrolló un prototipo que incluía un conjunto de once protocolos que abarcaban la práctica totalidad de la problemática de las urgencias traumatológicas.

Para aplicar un protocolo dinámico, el usuario selecciona el protocolo de entre los disponibles (Fig. 6 a). La aplicación de las sentencias del PDRD produce como resultado la introducción de nuevas anotaciones en la historia clínica del paciente y la generación de peticiones de pruebas clínicas, tratamientos, etc.



Fig. 6. Ventanas (a) de selección de protocolos y (b) de sentencias de un protocolo

La ejecución del protocolo se interrumpe en los siguientes casos:

- (1) Cuando necesite información y ésta no se pueda deducir ni de la especificación del protocolo ni del contexto (p.e. la localización de un síntoma como el dolor) (Fig. 6 b).
- (2) En las sentencias que necesitan confirmación para su aplicación (p.e. tratamientos)
- (3) En los puntos de interrupción establecidos en el protocolo (p. e., para realizar pruebas complementarias ha de interrumpirse la consulta hasta que se disponga de los resultados de las pruebas). En este caso la ejecución del protocolo se reanuda automáticamente al abrir la historia clínica cuando se realiza la siguiente consulta.



Fig. 7. Informe de alta producido por la aplicación del PDRD rotura fibrilar y tendonal

En [19] puede encontrarse un ejemplo de la aplicación de un PRD.

Siempre que es necesario presentar la información contenida en la historia clínica tanto al profesional como al paciente, se aplican las reglas de transformación de conceptos a lenguaje natural contenidas en la BDCCD. En la Fig. 7 se muestra un informe en lenguaje cuasi-natural generado a partir de datos estructurados.

## 5. Evaluación

Se realizó una evaluación preliminar del prototipo desarrollado durante dos meses en condiciones reales con los pacientes que acudían al Servicio de Urgencias de Traumatología de la Clínica de la Zarzuela de Sanitas en Madrid [20]. Los principales resultados observados fueron los siguientes:

- Significativo ahorro de tiempo, del orden del 60%, en la recogida de datos y en la generación de documentación
- Aumento tanto de la calidad de los datos como de la documentación generada.
- Estandarización del lenguaje médico y del estilo de redacción de la documentación.
- Mayor seguridad jurídico-asistencial y administrativa
- Informes para el paciente con información suficiente y redacción clara

En cuanto a los principales temas a mejorar:

- El profesional no puede seleccionar un protocolo hasta que no haya obtenido la información suficiente para que pueda decidir que protocolo es el más adecuado.
- Interfaz para la introducción de protocolos mejorable.

## 5. Conclusiones y desarrollos futuros

El aspecto más destacable del uso de PDRDs es la significativa reducción de tiempo en la introducción de datos en la mayoría de los casos, llegando a ser espectacular en algunos de ellos. Por otra parte, los PDRDs no restringen el poder expresivo que requieren los profesionales, producen información de mayor calidad que los protocolos estáticos o la introducción de datos no estructurados y le exigen menos esfuerzo al profesional.

Con vistas al futuro, consideramos deseable la definición de protocolos complejos mediante un conjunto de protocolos más simples enlazables dinámicamente. Esto simplificaría la definición de PDRD y permitiría concretar aún más los datos a proponer a los profesionales. Otro tema a deseable a abordar, no incluido en el prototipo, sería el de poder contextualizar en función de las características del paciente y de la información clínica previa recogida sobre él.

También nos parece necesario realizar una evaluación más exhaustiva de la usabilidad del sistema y en especial de la facilidad de aprendizaje.

## 6. Referencias bibliográficas

1. Dick RS, Steen EB. eds. *The Computer-Based Patient Record. An Essential Technology for Health Care*. Washington DC: Institute of Medicine. 1991:15-9.
2. Hammond WE, Stead WW. Computer-Based medical records: the centerpiece of TMR. *MD Comput* 1988: 147-56
3. Moorman PW, van Ginneken AM, van der Lei J, and van Bommel HH. A model for structured data entry based on explicit descriptive knowledge. *Meth Inform Med* 1994;3-3:454-63
4. Bernauer J. Conceptual graphs as an operational model for descriptive findings. In: Clayton PD, ed. *Proceedings of the Fifteenth Annual Symposium on Computer Applications in Medical Care*, Washington, DC. New York: McGraw Hill, 1991:214-8
5. Naeymi-Rad F, Almeida F, Trace D. IMR-entry Iintelligent medical record-entry. In: Frise ME. *Proceedings of the Sixteenth Annual Symposium on Computer Applications in Medical Care*, Baltimore, MD. New York: McGraw-Hill, 1992:783-4
6. Kay S., Purves I.N. Medical records and other stories: a narratological framework. *Methods Inf. Med* 35 (1996) 72-87.
7. Fries J.F. Time-oriented patient records and a computer databank. *JAMA* 222 (1972) 1536-1542.
8. Rector A.L. Marking up is not enough [editorial]. *Methods Inf. Med.* 32 (1993) 272-273.
9. Safran, C., Rury C., Rind D.M., Taylor W. C. A computer-based outpatient medical record for a teaching hospital. *Ann. Inter. Med.* 111 (1989) 751-756.
10. Nygren E., Henriksson P. Reading the medical record. II. Design of a human-computer interface for basic reading of computerized medical records. *Comput. Methods Progr. Biomed.* 39 (1992) 13-25
11. PROMIS-Laboratory. Representation of medical knowledge and PROMIS. *Proc. 2<sup>nd</sup> Annu. Symp. Comput. Appl. Med. Care.* (1978) 368-400.
12. Barnett G.O. The application of computer-based medical-record system in ambulatory practice. *N. Engl. J. Med* 310 (1984) 1643-1650.
13. Baud R. H., Rassinoux A. M., Scherrer. Natural language processing and semantical representation of medical texts. *Methods Inf. Med.* 31 (1992) 117-125.
14. Johnson K., Poon A., Shiffman R., Lin R., Fagan L. A history-taking system that uses continous speech recognition. *Proc. 16<sup>th</sup> Annu. Symp. Comput. Appl. Med. Care* (1992) 757-761.
15. McDonald C.J., Tierney W.M. Computer-stored medical records. Their future role in medical practice. *JAMA* 259 (1988) 3433-3440.
16. Poon A.D., Fagan L.M., Shortliffe E. H. The PEN-Ivory project: exploring user-interface design for the selection of items from large controlled vocabularies in medicine. *J. Am. Med. Inform. Assoc.* 3 (1996) 168-183.
17. Weed L.L. Medical records that guide and teach. *N. Engl. J. Med.* 278 (1968) 593-600, 652-657.
18. Fries J.F. Alternatives in medical record formats. *Med. Care* 12 (1974) 871-881.
19. Nava García F, Martínez Santamarta. Protocolos Dinámicos de Recogida de Datos. *Actas del VIII Congreso Nacional de Informática Médica*. Toledo 2000. Sociedad Española de Informática de la Salud
20. Hevia Sierra E, Durá Ojea R, Nava F. *Actas del VII Congreso Nacional de Informática Médica*. Pamplona 1998. Sociedad Española de Informática de la Salud

# La usabilidad en los sitios web como facilitador de la fidelización para el comercio electrónico

I. Gil<sup>1</sup>, R. I. Navarro<sup>2</sup>, R. Darío<sup>3</sup>

Universidad Politécnica de Valencia, Dpto. de Organización de Empresas  
Camino de Vera s/n – 46071 Valencia. *España*

<sup>1</sup> igil@omp.upv.es

<sup>2</sup> ronava@doctor.upv.es

<sup>3</sup> dfranco@doctor.upv.es

**Resumen.** La nueva Economía de la red está cambiando la forma tradicional de hacer negocios, dando paso a empresas virtuales que interactúan con sus clientes a través de su sitio web. En este contexto y bajo la premisa de que el sitio web es la empresa, captar y fidelizar usuarios a través de este se convierte en uno de los principales retos. Facilitar el proceso de compra, generar confianza en los usuarios y evitar costes por un mal diseño, son algunos de los beneficios que se pueden alcanzar al considerar un diseño de la tienda virtual que contemple no solo detalles estéticos sino que ponga de relieve aspectos de usabilidad centrados en los usuarios, potencia les clientes. Este trabajo destaca capacidad de la usabilidad como medio para facilitar la fidelización y aumentar la confianza en los sitios web destinados a comercio electrónico y propone un modelo iterativo de estrategia de usabilidad para sitios de comercio electrónico, centrado en las necesidades de los usuarios.

## 1. Introducción

La actividad de diseño de un sitio web se asocia habitualmente con su aspecto visual. Una gran mayoría de sitios web comerciales tienen como objetivo impactar a sus visitantes con tecnología punta, imágenes 3D, animaciones, intentando mostrar las habilidades del diseñador. Como resultado, estos sitios resultan inaccesibles para la mayoría de los ordenadores existentes, excesivamente lentos y generalmente carecen de organización en sus contenidos o de una guía que oriente a sus usuarios a encontrar lo que buscan.

Si bien el diseño visual representa un aspecto importante, un buen diseño de un sitio web es una tarea más compleja que considerar sólo aspectos estéticos.

Los diseñadores han comenzado a preocuparse acerca de cómo crear sitios web informativos efectivos, que presenten información acerca de productos y servicios. Pero actualmente tienen ante ellos un nuevo reto: el comercio electrónico. La mayoría de los diseñadores acostumbran a usar los mismos principios de diseño en las páginas de comercio electrónico que en las páginas informativas, pero el comercio electrónico introduce algunos nuevos aspectos que deben ser tenidos en cuenta [1].

En la Economía de la red, el sitio web se convierte en la primera toma de contacto entre la empresa y el cliente. La interfaz de usuario se convierte en el material de marketing, almacén exterior, almacén interior, personal de ventas y soporte post venta, todo integrado en un punto. Para las empresas electrónicas, el sitio web es la empresa. Por lo tanto, una mala usabilidad es como tener un almacén en el piso 17, abierto únicamente los miércoles de 3 a 4. [2] Para ello es necesario aumentar los esfuerzos destinados a capturar y retener a los clientes que pasen por la tienda, un sitio web fácil de usar y rápido, que sea capaz de satisfacer las necesidades de sus usuarios, esto es, aplicando los principios de la usabilidad.

## 2. El concepto de usabilidad

El término usabilidad, de origen latino, en el contexto que se utiliza deriva directamente del inglés “usability”. En castellano significa capacidad de uso, es decir, la característica que distingue a los objetos diseñados para su utilización de los que no. Sin embargo la acepción inglesa es más completa y se refiere a la facilidad o nivel de uso, es decir, al grado en el que el diseño de un objeto facilita o dificulta su manejo. A partir de ahora conceptualizaremos el término usabilidad basándonos en la segunda acepción.

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) dispone de dos definiciones completas de usabilidad:

ISO/IEC 9621, definición que hace más énfasis en atributos internos y externos del producto los cuales contribuyen a la usabilidad, funcionalidad y eficiencia.

*“La usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso”*

La usabilidad depende no sólo del producto, sino también del usuario. Por ello un producto no es en ningún caso intrínsecamente usable, sólo tendrá la capacidad de ser usado en un contexto particular y por usuarios particulares. La usabilidad no puede ser valorada estudiando un producto de manera aislada (Bevan, 1994) [3].

ISO/IEC 9421, realiza una definición focalizada en el concepto de calidad en el uso, es decir, se refiere a como el usuario realiza tareas específicas en escenarios específicos, con efectividad.

*“Usabilidad es la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico”*

Algunos de los factores de la usabilidad son: la utilidad, efectividad, eficiencia, facilidad de uso, capacidad de aprendizaje, rendimiento y satisfacción generada en el usuario por el sitio.

La usabilidad se refiere también a la rapidez y facilidad con que los usuarios realizan sus tareas al utilizar una interfaz. Usabilidad de un sitio Web significa, por lo tanto, centrarse en la audiencia potencial de las páginas, estructurar el sitio de acuerdo a sus necesidades y organizar la navegación de manera que le permita encontrar lo que busca. Requiere construir el sistema interactivo que mejor responda a las tareas que se vayan a realizar. Por ello, el principio estratégico que debe guiar todo diseño

de un sitio web es tener como referencia las necesidades de los usuarios, las demandas de los posibles clientes [4].

### 3. Implicaciones de la Usabilidad

Existe una serie de errores fundamentales que son comunes a todos los niveles de diseño web [5]:

**Modelo de negocio:** considerar la Web como un folleto más y no como un cambio que influenciará la forma en que conducimos los negocios en la economía de la red.

**Gestión de proyecto:** gestionar el proyecto de la Web como si fuera un proyecto corporativo tradicional. Esto conduce a un diseño orientado internamente con una interfaz de usuario inconsistente. En su lugar, un sitio web debería ser administrado como un proyecto individual de interfaz de cliente.

**Arquitectura de la información:** estructurar el sitio para reflejar la forma en que la compañía está estructurada. En su lugar, el sitio debería estar estructurado para reflejar las tareas de los usuarios y sus vistas del espacio de información.

**Diseño de la página:** crear páginas que se ven espléndidas y que evocan sentimientos positivos si la demostración fuera dentro de la compañía. Las demos internas, no están expuestas a las demoras de tiempo que son los determinantes principales de la usabilidad en la Web; de la misma forma, la demo no está expuesta a las dificultades que un usuario novato tendrá en encontrar y entender los diferentes elementos de la página. En lugar de ello, hay que diseñar para una experiencia de usuario óptima bajo circunstancias realistas.

**Escritura de los contenidos:** escribir en el mismo estilo de línea en que siempre se ha escrito. En lugar de ello, es necesario obligarse a escribir en el nuevo estilo que está optimizado para lectores online, quienes frecuentemente repasan el texto y requieren páginas muy sucintas con información secundaria relegada a un segundo plano.

**Estrategia de enlaces:** considerar el sitio propio como el único que importa, sin vínculos apropiados a otros sitios y sin puntos de entrada bien diseñados para otros vínculos. Algunas compañías aún no usan enlaces apropiados cuando mencionan su propio sitio dentro de su propia publicidad. En lugar de ello hay que recordar que el hipertexto es la base de la Web y que ningún sitio es una isla.

Teniendo en cuenta estos niveles, la base de una estrategia de diseño para sitios Web que soporten comercio electrónico estará constituida por diferentes aspectos de diseño, que estarán en función y tendrán como centro al cliente y sus necesidades, tal como muestra la siguiente figura:

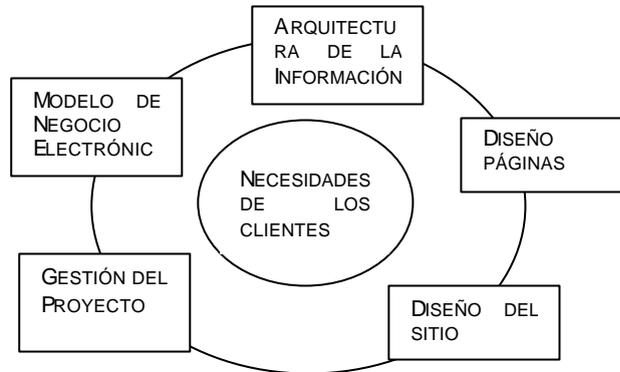


Fig. 1. Fuente: elaboración propia a partir de Nielsen (1999)

#### 4. La importancia de la Usabilidad aplicada al Comercio Electrónico

La Web es un medio nuevo y requiere un trato distinto. Por ello, es esencial la correcta estimación de las diferencias entre Internet y los medios más tradicionales de venta.

Estas diferencias determinan comportamientos que sólo se dan on-line y que afectan a conceptos tradicionalmente aceptados en Economía, tales como cuota de mercado, lealtad o publicidad. La comprensión y uso adecuado de estas diferencias determina en muchos casos el éxito o fracaso de un sitio web.

La usabilidad aplicada al comercio electrónico tiende entonces a :

- Facilitar el proceso de compra
- Evitar costes por un mal diseño
- Generar confianza

##### 4.1. Facilitar el proceso de compra

La gran diferencia entre un sitio web y los medios tradicionales de comunicación, es la unión entre el producto o servicio y el propio sitio web. En el comercio electrónico, el medio, el mensaje y el producto son inseparables. Ello obliga a estudiar lo que sucede durante la interacción de los usuarios con el sitio web. Un error en cualquiera de los elementos de la interacción, puede dificultar o imposibilitar el proceso de compra o adquisición del servicio. Las implicaciones de todo ello llevan a asumir que la importancia del diseño de un sitio web es mucho más que su aspecto externo.

Navegar por Internet implica procesar información y toma de decisiones por parte de los usuarios. Es el fenómeno contrario a la pasividad receptiva de medios como la televisión o la radio. Al diseñar un sitio web, el objetivo no está dirigido a sorprender al usuario o llamar su atención porque es obvio que la navegación es un acto complejo que requiere atención. El objetivo principal es facilitarle el proceso global de compra; recogida de información de los productos/servicios, comparaciones, el pago, etc.

Un estudio realizado por el Grupo de Facilidad de Uso de IBM [6], sobre empresas de Internet que realizan comercio electrónico, ha revelado una serie de problemas de diseño entre los cuales los más importantes son:

- El sitio no comunica efectivamente dónde y cómo agregar un ítem a la lista de la compra (la lista de ítems que el cliente piensa comprar)
- El sitio no provee una realimentación efectiva acerca de cuándo los ítems fueron o no grabados en la lista de compra.
- No comunica efectivamente si y cuándo un usuario necesita registrarse o dar un login y password para comprar.
- El sitio no provee una fácil navegación desde la lista de compra hacia otras partes del mismo.

#### **4.2. Evitar costes por un mal diseño**

Los resultados de un estudio de la consultora Forrester (1998) [7] indican que los costes de un mal diseño son extremadamente altos para las empresas. Se pierde aproximadamente el 50% de las ventas potenciales cuando los usuarios no pueden encontrar el producto adecuado y el 40% de segundas visitas por la mala experiencia en la primera visita.

Esto supone unas pérdidas millonarias para cualquier empresa de comercio electrónico y el deterioro de la imagen de la compañía. Sin embargo, introducir mejoras en el diseño tiene un coste mucho menor.

“La usabilidad gobierna la red. Sencillamente, si un cliente no puede encontrar fácilmente un producto, entonces no lo comprará” [8].

#### **4.3. Generar confianza**

Existen determinados aspectos como la confianza, seguridad y la credibilidad en los que el aporte de la utilización de criterios de usabilidad puede ser decisivo. Sitios web con potenciales buenas ideas pueden encontrarse inesperadamente con el problema de una falta de confianza por parte de los usuarios.

A partir de los resultados del estudio de D'Hertefelt (2000) se deduce que un diseño que genera confianza es aquel que transmite una sensación de control sobre el funcionamiento del sitio. Un sitio web claro y sencillo, con un número reducido de enlaces e información comprensible genera confianza, ya que incluso los usuarios más noveles tendrán impresión de controlar totalmente su funcionamiento. Por el contrario los diseños complejos y llenos de opciones desconocidas hacen desconfiar a los usuarios de su control de la situación [9].

La credibilidad es difícil de crear y fácil de perder, una sola violación de la confianza y la credibilidad generada durante años puede venirse abajo. Existen algunos aspectos que pueden favorecer la creación de esta imagen de confianza, credibilidad y seguridad:

- Una apariencia profesional y una navegación clara conlleva una imagen de respeto hacia los usuarios y transmite la perspectiva de un futuro servicio de calidad.

- Claridad y transparencia en la información. Por ejemplo, la explicitación de los gastos de envío antes de realizar la compra, en lugar de esconderlos y no revelarlos hasta el momento de la compra.

- La información completa, correcta y actualizada de todos los productos transmite una imagen de seriedad. Sin embargo, la información parcial produce una imagen de sitio web inacabado y desconfianza en la gestión del sitio.

- La existencia de enlaces de calidad en un sitio web. El peligro de estos enlaces es perder usuarios a través de ellos. Sin embargo, los usuarios repetirán si nuestro sitio les fue de utilidad en la consecución de su objetivo su objetivo.

- Prevención de abusos. Tal ha sido la proliferación de abusos utilizando técnicas publicitarias en Internet, que el uso bienintencionado o neutro de cualquiera de ellas acarrearía mayor cantidad de publicidad negativa que efectos positivos. Técnicas como pop-up windows o correo masivo tienen malas referencias. Ello obliga a ser especialmente cuidadoso a la hora de identificar nuestra identidad. Se debe especificar una política de estricta confidencialidad y permitir en los formularios la opción de no recepción de mensajes.

- Las cestas de compra deben estar visibles todo el tiempo durante la compra con el precio de cada uno de los artículos y el coste total. La visión constante de los productos favorece la sensación de control sobre el proceso de compra (Van Name, L. y Catchings, B.; 1998) [10].

- En caso de que un sitio web incluya algún servicio o producto no disponible, es adecuado informar a los usuarios de la incidencia e incluso sugerir alternativas. La sinceridad genera confianza en los usuarios y aunque implica la pérdida de una venta puntual, favorece el reconocimiento del sitio. Esta imagen se ve favorecida por el suministro de información acerca de la incidencia y su tiempo de resolución. En el caso contrario, cuando un usuario no encuentra el producto deseado en un sitio web después de una larga búsqueda, se habrá generado una imagen negativa del sitio.

- Para generar confianza, las marcas menos conocidas deben compensar su falta de popularidad con una excelente navegación, presentación y un proceso global de compra eficiente.

## **5. Beneficios de la Usabilidad en sitios de Comercio Electrónico**

Tomando como base los tres aspectos analizados anteriormente, es posible deducir ciertos beneficios de la usabilidad en los sitios web, entre los que se encuentran los siguientes:

- Reducción de los costes de aprendizaje en el manejo de un sitio web.
- Disminución de los costes de asistencia y ayuda al usuario.
- Optimización de los costes de diseño, rediseño y mantenimiento de los sitios.
- Aumenta las ventas en los sitios web destinados a comercio electrónico.
- Mejora la imagen y el prestigio del sitio web, fomentando la creación de marca.
- Mejoran la calidad de vida de los usuarios del sitio, ya que reduce su estrés, se incrementan su satisfacción y por tanto su productividad.

Todos estos aspectos implican una reducción u optimización general de los costes de producción, así como un aumento en la productividad de los sitios web de

comercio electrónico, permitiendo una mayor rapidez en la realización de tareas por parte de los usuarios. Así la usabilidad aumenta la satisfacción del usuario, con lo cual se convierte en un aspecto potenciador de la fidelización, uno de los factores clave de éxito en los sitios de comercio electrónico. Sólo usuarios leales son interesantes para un sitio web de comercio electrónico, dado que únicamente aquellos que vuelven al sitio producen beneficios.

Un ejemplo de estas mejoras es el sitio web de IBM, que después de rediseñar su gigantesco y laberíntico diseño en 1999, prestándose especial atención a su usabilidad, las ventas se incrementaron en un 400% (InfoWorld, 1999).

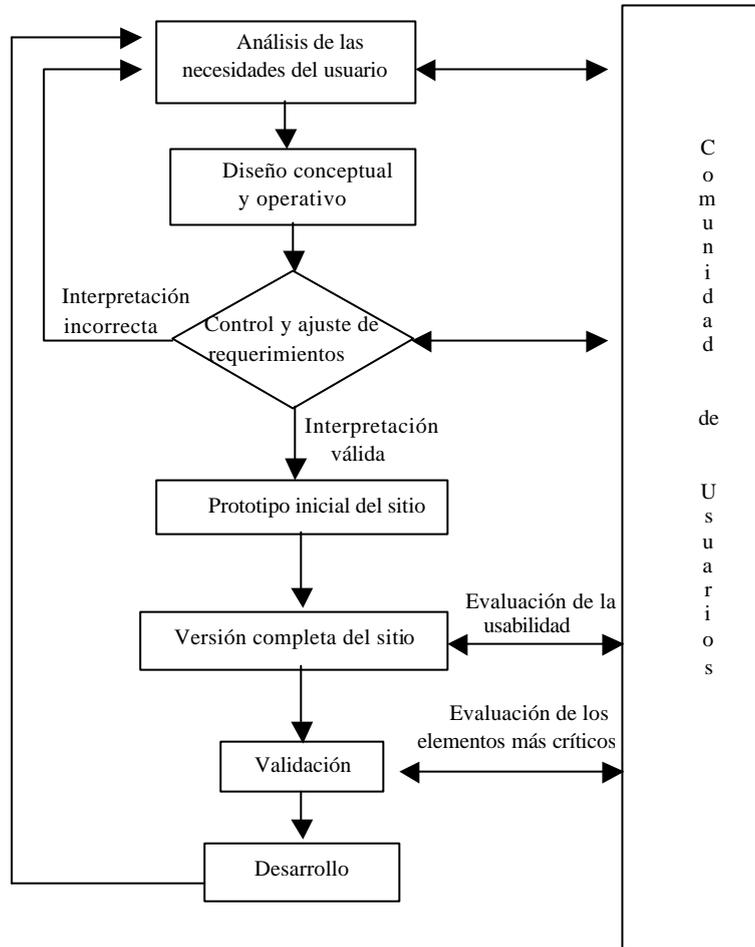
## **6. El usuario como centro de la Estrategia de diseño de un sitio web de Comercio Electrónico**

Quizás la principal razón de la poca usabilidad de muchos sistemas de información provenga de que el diseño se lleva a cabo, con demasiada frecuencia, con muy poco contacto con quiénes serán sus usuarios. Es por ello que algunos expertos abogan por métodos de diseño centrados en el usuario, es decir, pensados más como un "diálogo" permanente con quien usará el sistema que como un "plano" de ingeniero con todos los detalles técnicos. La participación del usuario en todo el proceso de diseño del sistema puede garantizar un mayor nivel de usabilidad en el resultado final. [11]

El diseño centrado en el usuario (UCD – User Centered Design) es tanto una técnica como una filosofía que coloca a las necesidades del usuario por delante de todo. UCD está tipificado como una interacción temprana y frecuente con la comunidad de usuarios reales para obtener una retroalimentación y prever el futuro del diseño. [12]

Una estrategia de diseño de un sitio para comercio electrónico deberá centrarse en considerar y satisfacer las necesidades de los clientes, sea cual sea el sector en el que se esté.

A partir de Pearrow, hemos propuesto el siguiente modelo para una estrategia de usabilidad para el diseño de un sitio de comercio electrónico, el cual se ve representada en el siguiente gráfico:



**Fig. 2.** Modelo de una estrategia de usabilidad para sitios de Comercio Electrónico.  
Fuente: elaboración propia a partir de Pearrow (2000)

**Análisis de las necesidades del usuario:** durante esta primera fase, los especialistas en usabilidad se comunican intensamente con los usuarios a través de entrevistas, estudios de campo y otras técnicas, a fin de conocer las limitaciones del sistema actual, cuáles son las áreas que podrían mejorarse y cuáles son las necesidades de los usuarios.

Las áreas de interés incluyen el entorno de trabajo, sistemas y aplicaciones Web existentes, métodos tradicionales de flujo de trabajo, el lenguaje natural del usuario y técnicas de la competencia.

**Diseño conceptual y operativo:** en esta etapa, los especialistas de usabilidad coordinan sus esfuerzos con los de diseño, a fin de transformar el análisis de requerimientos de los usuarios en términos concretos que serán el anteproyecto para el diseño o rediseño del sitio. Tales requerimientos serán transformados en un

conjunto de directrices concretas, formalmente especificadas que detallen las prioridades para el sitio y que estén al alcance de todos los miembros de diseño.

**Control y ajuste de requerimientos:** Una vez que los requerimientos de diseño han sido formalizados, deberían ser transmitidos a los usuarios originales para asegurarse de que sus intenciones han sido correctamente interpretadas. Si éstas son válidas, entonces es posible pasar a la siguiente fase. De lo contrario será necesario depurar las fases anteriores hasta llegar a la correcta interpretación y especificación de los requerimientos de los usuarios.

**Construcción de un prototipo inicial del sitio.**

**Desarrollo de la versión completa del sitio:** como puntos estratégicos, los especialistas en usabilidad deben involucrar en esta fase a los usuarios en las tareas de usabilidad y otras sesiones de usabilidad para obtener las bases de la usabilidad del sitio. En este punto se pueden establecer estudios comparativos de tiempo para la realización de tareas.

La frecuente participación del usuario en esta fase es crítica para descubrir flujos de diseño conceptual y de usabilidad.

**Validación:** esta etapa permite a los especialistas en usabilidad validar cada cosa que se ha hecho hasta el momento. Esto significa habitualmente una última revisión de sesiones de tareas de usuarios centradas en los elementos más críticos del sitio.

**Desarrollo:** en esta fase el sitio cobra vida. Este punto marca el momento de empezar nuevamente con la fase 1 para la próxima generación del sitio.

Este ciclo deberá repetirse mientras viva la empresa.

## 7. Conclusiones

En este trabajo se ha puesto de manifiesto la relevancia que adquieren los criterios de usabilidad, no sólo como aspectos relacionados a los potenciales beneficios que su utilización puede aportar a los sitios webs en el plano estético, sino como fuente de ventajas competitivas sostenible para el desarrollo del comercio electrónico en tiendas virtuales.

La fidelización de los usuarios en Comercio Electrónico es un aspecto central en la operatoria de las tiendas y un aspecto central es incrementar los costes del cambio para los navegantes, es decir, hacer tan fácil, agradable y satisfactorio el uso de un sitio web, que el realizarlo en otro sea un esfuerzo que no merezca la pena acometer.

La usabilidad también repercute en un aspecto clave de la fidelización: la credibilidad. Esta cualidad, difícil de crear y muy fácil de perder, implica que una sola violación de la confianza y la credibilidad generada durante años puede venirse abajo, con la pérdida definitiva de la valoración de ese cliente y la repercusión inmediata que tendrá sobre la imagen de la empresa.

## Bibliografía

1. Roger Tilson, Factors and Principles Affecting the Usability of Four E-commerce Sites, IBM Easy of Use Group, [www.research.att.com/conf/hfweb/proceedings/tilson/](http://www.research.att.com/conf/hfweb/proceedings/tilson/), enero 2001
2. Jakob Nielsen, Designing Web Usability, pp. 14. Diciembre 1999
3. Bevan, N. and Macleod, M. Usability Measurement in context. 1994
4. Armando Fidalgo, e.comm., pp. 97, 2000
5. Jakob Nielsen, op. cit. pp.15
6. Roger Tilson, opp. cit.
7. Forrester Research, [www.forrester.com](http://www.forrester.com), 1999
8. Jacob Nielsen, Designing Web Usability, pp. 9. Diciembre 1999
9. D'Hertefelt, S. Trust and the perception of security. 3 January. Information Architect. <http://www.interactionarchitect.com>, 2000
10. Van Name, M. L. and Catchings, Bill. Looking Forward Online shopping sites need more smarts in their carts, PC Week, August 31, 1998
11. Cornellá Alfons, ExtraNet, Utilidad y usabilidad, en la búsqueda de información, 19-09-1999
12. Pearrow Mark, Web Site Usability Handbook, pp 32, 2000

# Personalización estructural basada en evaluación de la usabilidad: un caso de estudio de *e-Learning*

M. Á. Sicilia<sup>1</sup>, J. J. Martínez<sup>2</sup>, E. García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Carlos III, Madrid, Dpto. Ciencias de la Computación, Laboratorio DEI,  
Avda. Universidad, 30, 28911 Leganés, Madrid, España  
msicilia@inf.uc3m.es

<sup>2</sup>Universidad de Alcalá, Madrid, Dpto. Ciencias de la Computación, Escuela Politécnica,  
Campus Universitario, 28871 Alcalá de Henares, Madrid, España  
{josej.martinez, elena.garciab}@uah.es

**Resumen:** En este trabajo se presenta una forma de complementar las técnicas de personalización basadas en filtrados de contenidos con otro tipo de filtrado que hace referencia únicamente al diseño estructural de los contenidos que se van a personalizar y que afecta a parámetros que intervienen en la usabilidad de la interfaz. Como ámbito de aplicación y estudio se ha utilizado el marco del aprendizaje basado en Internet, donde el filtrado estructural adquiere especial relevancia en la personalización de la recomendación de objetos de aprendizaje.

**Palabras clave:** Personalización, filtrado de información, aprendizaje basado en Internet, objeto de aprendizaje, usabilidad.

## 1. Introducción: Criterios de Filtrado de Información en Aplicaciones Web

El término personalización en la Web engloba cualquier tipo de adaptación de la “experiencia del usuario”, desde las recomendaciones orientadas a la “venta cruzada” (un resumen puede encontrarse en [1]) hasta los sistemas de navegación guiada por un modelo de conocimientos (véase, por ejemplo [2,3]). Entre los diferentes comportamientos que pueden englobarse dentro de la personalización, el filtrado es uno de los más habituales. Someramente, podemos definir el filtrado como el proceso por el cual se seleccionan los elementos de información más relevantes para un usuario o grupo, de acuerdo con un criterio predefinido (o un conjunto de ellos según un sistema de prioridad). El filtrado se utiliza para abordar el bien conocido problema cognitivo de la “sobrecarga de información” [7], y se aplica desde hace años en los sistemas de recuperación de información [8] para seleccionar elementos de acuerdo a sus contenidos. Un sistema de filtrado opera típicamente sobre un gran espacio de objetos (entendidos aquí como objetos de contenidos) que representaremos mediante el conjunto  $O=\{o_1, o_1, \dots, o_n\}$ . Estos objetos tendrán una estructura de metadatos adicional. Por ejemplo, denotaremos el valor de un atributo de metadato denominado

*level*, para un objeto concreto como  $meta(o_i, level)$ . Cuando un sistema de filtrado selecciona algunos de los objetos para un usuario en concreto, debe tener en cuenta un gran número de factores, incluyendo los propios del perfil de usuario y, en muchos casos, un umbral de relevancia<sup>1</sup>. Podemos definir – de forma muy genérica –, una función de filtrado como una correspondencia entre tuplas  $(\varphi, t, \mu)$  y un subconjunto de los objetos en  $O$ , donde  $\varphi$  representa el perfil de usuario,  $t$  es un instante de tiempo, (referido al instante en el que el filtrado es realizado, por ejemplo, “el momento en que se muestra la página Web”), y  $\mu$  es el umbral de relevancia. Así, un algoritmo de filtrado puede verse de manera simplificada como una función  $f: U \times T \times I \rightarrow 2^O$  donde  $U$  representa un conjunto de perfiles de usuario,  $T$  es el dominio de instantes de tiempo,  $I$  es el intervalo unitario  $[0..1]$  que representa el umbral para el filtrado en curso y  $2^O$  el conjunto potencia de  $O$ . Por tanto, la función  $f$  nos puede devolver un subconjunto de objetos en  $O$  de cardinalidad arbitrariamente grande. Los sistemas de filtrado pueden llevar a cabo diferentes tipos de comportamientos de personalización (no necesariamente exclusivos), dependiendo del criterio de filtrado. Entre ellos tenemos:

- Filtrado basado en contenidos, por ejemplo [5].
- Filtrado basado en el perfil de usuarios similares (véase [1]).
- Filtrado basado en los elementos de la interfaz, que llamamos *filtrado estructural*.

Tanto en el filtrado basado en contenidos como en el basado en comportamiento social, la función de filtrado toma en cuenta parámetros relativos a la semántica del objeto de contenido. Por ejemplo, en el caso del comercio electrónico en una tienda de libros, se tiene en cuenta el libro que se nos presenta a través del contenido, y en el caso de los “cursos *on-line*”, se tiene en cuenta la temática del curso. En este trabajo, nos centramos exclusivamente en los aspectos estructurales del filtrado, esto es, en aquellos aspectos que no están relacionados con la semántica contenida en el objeto. Muchos de estos aspectos están estrechamente relacionados con temas específicos de la interacción persona ordenador, concretamente, la usabilidad de las interfaces, y su independencia del contenido semántico de un objeto determinado permite un tratamiento más general.

## 2. Algunos Elementos Básicos de la Personalización Estructural

Hemos identificado algunos aspectos estructurales elementales (sin la pretensión de ser exhaustivos) como casos de estudio, que son: (a) la *cardinalidad*,  $|s|$ ,  $s \subset O$ , entendiéndola como la cantidad de objetos (o enlaces a objetos) que están disponibles por el usuario en un determinado instante de tiempo a través de una determinada área de la interfaz. Los sistemas comerciales de personalización permiten la definición de un máximo de elementos que pueden ser recuperados mediante una consulta de

---

<sup>1</sup> Este umbral determina la relevancia mínima de un objeto para ser mostrado, y puede ser el mismo para todos los usuarios, aunque idealmente debería ser un parámetro personalizado.

contenidos<sup>2</sup>, pero no proporcionan una actualización automatizada de este parámetro personalizándolo de acuerdo al usuario; (b) la *granularidad*, entendida como el nivel de agregación de los objetos (desde un curso entero hasta un pequeño fragmento de contenido con la definición de un término, por ejemplo); y (c) la *densidad semántica*, entendiendo por este concepto el ratio de la información y el tamaño del texto. La densidad depende de cuántos conceptos son explicados y de qué forma, independientemente de la semántica concreta del documento (podemos encontrar recetas de cocina muy densas y lecciones de cálculo muy superficiales). Estos aspectos no están directamente relacionados con la semántica de los contenidos (aunque puedan depender de ella, como en el caso de la densidad). El punto importante es que todas estas características son ortogonales al dominio del sitio Web y, por lo tanto, creemos que un tratamiento separado, genérico, podría resultar beneficioso. Desde el punto de vista del análisis de la usabilidad, los aspectos estructurales citados afectan a parámetros como la eficiencia, la facilidad de aprendizaje y la satisfacción del usuario.

### 3. Un Caso de Estudio de e-Learning

Llamaremos objetos de aprendizaje (OA) a los elementos del ya descrito conjunto O. Los OA se han convertido en el paradigma predominante en la creciente industria de los servicios de aprendizaje basados en Internet (a menudo referidos como *e-learning*). Un OA puede definirse, siguiendo la terminología de la LTSA [5, 6], como “un contenido orientado al aprendizaje integrado en una estructura y secuencia de curso”, o en un sentido más genérico, como cualquier entidad, digital o no digital, que pueda ser utilizada, reutilizada o referenciada durante el aprendizaje soportado por computadoras (y por tanto, la granularidad y densidad son dos parámetros que pueden variar mucho de un objeto a otro). El objetivo del estudio es la personalización de parámetros de filtrado estructural para la “página de inicio” personalizada del usuario en el sistema. Nos hemos restringido a una interfaz típica de portal basado en navegador, que sólo tiene pequeñas áreas de la pantalla para presentar objetos a modo de hiperenlaces (pensemos por ejemplo en la zona de recomendaciones de una librería en Internet, que al mostrarse, ocupan solamente una pequeña parte de la pantalla). La Figura 1 muestra una posible configuración. Nuestro caso de estudio trata de adaptar los OA recomendados a un usuario de acuerdo a la cardinalidad de enlaces en el área de recomendaciones y a la densidad y granularidad de un determinado OA. Para ello, hemos tomado una función de filtrado simple basada en contenidos (simulada con *keyword-matching*), sobre un repositorio de recursos propios – definiciones, pequeños cursos – y recursos Web, anotados con metadatos, sobre cuyos resultados aplicamos el filtrado estructural.

Las medidas (imprecisas) que utilizamos para el filtrado se describen de la siguiente forma: (a) para la cardinalidad, actualizamos el valor de acuerdo al ratio de número de recomendaciones visitadas sobre el total de las mostradas por período temporal. La estrategia es la de aumentar el número si se visitan todas o casi todas, y

---

<sup>2</sup> Por ejemplo, el atributo *max* en la etiqueta *pz: contentSelector* en WebLogic de BEA

disminuirlo si la proporción de visitadas es baja (en nuestra implementación, las variaciones se hacen de manera muy suave, con incrementos menores a la unidad, y se comienza con un valor alto que normalmente disminuye en los primeros períodos); (b) para la densidad, utilizamos el atributo *semanticDensity* (según nuestro modelo anterior  $meta(o_i, semanticDensity)$  definido en el estándar propuesto LOM[7] que puede tomar valores en el vocabulario restringido (*very\_low, low, medium, high, very\_high*), expresado en nuestro caso en términos de nivel (avanzado, básico, etc.). Este metadato se actualiza mediante el uso de un operador borroso de agregación lingüística [9] sobre las opiniones de los usuarios obtenidas a partir de un simple cuestionario. Los valores iniciales pueden establecerse por un experto humano (o, alternativamente, pueden obtenerse a partir de algún algoritmo que obtenga una aproximación, como el índice de *Gunning-Fog*, aunque la calidad del resultado es bastante menor); y (c) la granularidad, que es un metadato con un dominio  $meta(o_i, granularity)$  predefinido para cada OA (expresado en términos de tipo de documento: artículo, curso, definición, etc.).

The screenshot shows a web interface titled "Espacio de Aprendizaje Personalizado para Elena García". Below the title, it says "Items recomendados para 20/02/2001:". On the left, there is a table with four rows of recommended items:

Estructura Personalizada	artículo	avanzado
Definición de Usabilidad	definición	introdutorio
Usability Metrics Jan 2001	artículo	medio
Evaluación de Usabilidad	curso	avanzado

To the right of the table, there is a yellow banner with the text "useit.com → Alertbox → Jan. 2001 Usability Metrics". Below this, the main content area displays "Jakob Nielsen's Alertbox, January 21, 2001:" followed by the title "Usability Metrics" in large bold letters. A "Summary:" section follows with the text "Although measuring usability can cost four times as much as".

Figura 1. Un ejemplo de página con personalización estructural.

En los dos últimos casos, la función de filtrado estructural para un determinado usuario depende de la proporción de páginas del tipo determinado sobre el total de los otros tipos. En concreto, hemos modelado ese filtrado con reglas basadas en cuantificación borrosa de la forma “si *la mayoría de* los OA visitados son de granularidad baja *entonces* incrementa la relevancia de ese tipo de items” (una discusión de cómo implementar estas consultas puede encontrarse en [10]). El caso de estudio descrito ha sido implementado con tecnología Java: *servlets* y páginas JSP sobre un servidor TOMCAT, y utilizando JDBC como capa de acceso a datos.

#### 4. Conclusiones y Trabajo Futuro

Nuestro trabajo se centra en aspectos del filtrado que no se basan en el contenido semántico de los elementos, sino en las características de los mismos con respecto a las interfaces de usuario. Hemos desarrollado un caso de estudio en un entorno de enseñanza por Internet, debido a que en este entorno los metadatos para el filtrado suelen ser más ricos que en otros casos comunes, como el del comercio electrónico. Como conclusión, cabe señalar que nuestro filtrado estructural proporciona un complemento al filtrado basado en contenidos o en filtrado colaborativo, adaptando características comunes a cualquier dominio de aplicación (por ejemplo, en concreto, la adaptación de la granularidad es útil para usuarios que prefieren contenidos

“breves”), y es por tanto reutilizable (puede pensarse en el filtrado estructural como un “segundo filtro” que se encadena al un primer filtro basado en contenidos). En el futuro, se deben tener en cuenta estudios recientes sobre aspectos cuantitativos generales que influyen en la usabilidad, tales como los descritos en [4]. También trabajamos en un estudio exhaustivo de los parámetros estructurales en personalización y cómo pueden implementarse en motores de personalización de tipo comercial como los de WEBLOGIC o ATG DYNAMO<sup>3</sup>. Debido a que los filtrados que hemos tratado se basan en el comportamiento de los usuarios, se produce el “problema de latencia” típico en los sistemas de filtrado colaborativo, ya que el sistema no puede realizar adaptaciones con sentido antes de recoger datos durante un tiempo. Se impone en este caso una combinación con otro tipo de técnica de filtrado, o bien una técnica directa como un cuestionario en los casos que sea posible.

## Referencias

1. Herlocker, J., Konstan, J., and Riedl, J.: Explaining Collaborative Filtering Recommendations. In Proc. of ACM Conf. on Computer Supported Cooperative Work (2000).
2. Brusilovsky, P., Eklund, J., and Schwarz, E.: Web-based education for all: A tool for developing adaptive courseware. Computer Networks and ISDN Systems (Proceedings of Seventh International World Wide Web Conference, (14-18 April 1998) 291-300.
3. De Bra, P., Houben, G.J., Wu, H., AHAM: A Dexter-based Reference Model for Adaptive Hypermedia, Proc. of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia, Darmstadt, Germany, Editors K. Tochtermann, J. Westbomke, U.K. Wiil, J. Le ggett. (1999) pp.147-156
4. Ivory, M.Y., Rashmi R. Sinha and Marti A. Hearst: Preliminary Findings on Using Quantitative Measures to Compare Favorably Ranked and Unranked Information-centric Web Pages, Proceedings of the 6th Conference on Human Factors and the Web, (2000).
5. IEEE Information Technology - Learning Technology - Architecture and Reference Model (P1484.1) Learning Technology Systems Architecture (LTSA) v4.0, (5 May, 1998), p.78.
6. IEEE Information Technology, Learning Technology, Learning Objects Metadata (P1484.12).
7. M. Montebello: Information Overload: An IR Problem?, String Processing and Information Retrieval, South American Symposium, Bolivia, (September 9-11 1998)
8. Nicholas J. Belkin and W. Bruce Croft: Information filtering and information retrieval: two sides of the same coin? Communications of the ACM, Vol 35, Issue 12 (1992) , 29-38
9. Herrera F., Herrera-Viedma, E.: "On the linguistic OWA operator and extensions", The ordered weighted averaging operators: Theory, Methodology, and Applications, R.R.Yager and J.Kacprzyk eds. Kluwer Academic Publishers. Boston, (1997) 60-72.
10. Sicilia, M.A, Doderó, J.M.: User Stereotype Modelling for Approximate Reasoning-based Adaptive Enterprise Portals, Proc. of the 10th European - Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases, (May, 2000).

---

<sup>3</sup> BEA WebLogic Personalization Server, información disponible en [www.beasys.com](http://www.beasys.com), ATG Dynamo Personalization Server, información disponible en [www.atg.com](http://www.atg.com)



---

---

# PÓSTERES

---

---



# Experiencia docente mediante nuevas tecnologías: integración del ordenador en un laboratorio de electrónica

A. B. Gil, Á. Sánchez, J. Torreblanca, C. Hernández, T. Martínez

Universidad de Salamanca.  
E.T.S.I.I. de Béjar, Avda Fernando Ballesteros 2, 37.700 Béjar, Salamanca, España  
e-mail: {abg , asm, torre, chernan, teodoro}@usal.es

**Resumen.** La dificultad inherente en la comprensión de ciertos aspectos prácticos de montajes propios de un laboratorio de electrónica básica, hace necesario el empleo de técnicas didácticas que faciliten el aprendizaje. Por otro lado, es habitual en la Universidad disponer de gran cantidad de material docente acumulado. Este trabajo tiene como finalidad iniciar una línea de estudio que permita en un futuro inmediato sistematizar la elaboración y el uso de herramientas de laboratorio como apoyo a las unidades docentes, basándose, entre otros recursos, en el material docente clásico ya disponible y ubicando el ordenador como punto neurálgico del desarrollo didáctico, potenciando a su vez la interacción con el alumno.

**Palabras Clave.** Trabajo colaborativo, tele-enseñanza, ordenador y laboratorio, entornos educativos.

## 1. Introducción

Cualquier método de enseñanza busca, además de provocar unas actitudes concretas en los aprendices, el transmitir más conocimientos en el menor tiempo posible. En definitiva, busca la optimización del proceso de formación.

Las nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza no son por sí mismas una garantía de calidad en la formación ni, por supuesto, de la citada optimización [1]. Se trata simplemente de una ayuda de enorme valor para transmitir conocimientos y actitudes y requieren técnicas específicas de aplicación. Por tanto, no es positivo caer en el extremo de considerar las nuevas tecnologías como la panacea en la formación. Su papel es ya suficientemente importante si se saben usar para ayudar a perfeccionar el aprendizaje, evitando tareas tediosas que poco o nada aportan a la comprensión de una ciencia.

En cualquier rama de la electrónica, el uso del ordenador es ya hoy imprescindible: simulación, diseño asistido, resolución de circuitos, etc. Su papel no es menos importante, con el material didáctico adecuado, en la enseñanza de la electrónica pues permite una interacción con el alumno que facilita a éste la comprensión de los fenómenos que está estudiando.

### 1.1 Objetivos

En varios años de experiencia docente en Ingeniería Técnica Industrial en Electrónica las áreas de Ingeniería de Sistemas y Automática y de Tecnología Electrónica han acumulado gran cantidad de material docente. Este material está ya muy depurado para su aplicación a la docencia y el rendimiento que se obtendría mejoraría mucho si al menos en parte se integra en un entorno multimedia con ordenador. Además hay otras prácticas que únicamente se pueden realizar con el ordenador, como son las simulaciones. En este trabajo se marca como objetivos la integración del ordenador en el laboratorio, recopilando aquellas prácticas más formativas e introduciendo otras de simulación y diseño asistido, y la inclusión de todo este material interactivo en una Intranet accesible por los alumnos. Finalmente todo el trabajo derivará en distintas experiencias docentes a través de la Red.

## 2. Desarrollo y fases del trabajo

Se describe gráficamente la integración [3] de medios humanos y recursos técnicos en una estrategia docente que se está desarrollando.

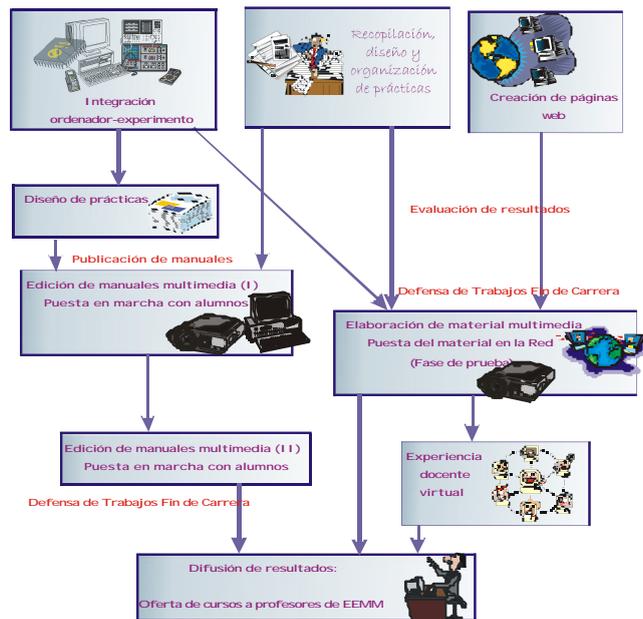


Figura 1: Estrategia docente de integración de medios.

Este nuevo medio, posibilita una transición a un aprendizaje más eficaz y una herramienta para crear y gestionar a la vez conjuntos de contenidos docentes complejos [2].

### **3 Agradecimientos**

Los autores agradecen a la *Junta de Castilla y León* la ayuda prestada través del *Proyecto de Innovación Didáctica* (clave J0PA, ref. SA33/00, B.O.C. y L. 21-01-00).

### **5 Bibliografía**

- [1] Brotons, J. R.: Enseñanza y Nuevas Tecnologías en el Futuro. *Novática* 145 (2000) 30-32.
- [2] García, J., García, A., López, R., Mompó, R., Navazo, M<sup>a</sup> A., Pérez, M<sup>a</sup> Á., Redoli, J., Regueras, L. M<sup>a</sup>, Rodríguez, B., Verdú, M<sup>a</sup> J.: *Nuevas Tecnologías y Educación*. PCWEEK. Editorial America Iberica (1999).
- [3] Tamara Sumner and Josie Taylor: *New Media, New Practices: Experiences in Open Learning Course Design*. Conference on Computer-Human Interaction (CHI'98), Los Angeles, 1998.



# Arquitectura automatizada de comercio electrónico

I. Borrego, M. J. Hernández, F. J. García, B. Curto, V. Moreno, J. A. Hernández

Departamento de Informática y Automática – Facultad de Ciencias  
Universidad de Salamanca  
fgarcia@usal.es

**Resumen.** El objetivo de este trabajo es el desarrollo de una arquitectura concreta de comercio electrónico que integre servicios B2B y B2C, facilitando la incorporación de las empresas a este ámbito de negocio. Se pretende proporcionar un entorno automático que permita a una empresa diseñar su propia estrategia de negocio en Internet, minimizando las tareas de mantenimiento del sitio de comercio electrónico, reduciendo así los costes de la expansión de la empresa.

**Palabras Clave.** Comercio electrónico, arquitectura de comercio electrónico, catálogo de productos, interacción en Internet/WWW, XML

## 1 Objetivos y descripción general

El objetivo de este trabajo es la implementación de una plataforma específica de comercio electrónico que permita la incorporación de cualquier empresa a esta nueva dimensión de negocio, lo más sencilla y automáticamente posible.

La incorporación de la empresa al comercio virtual supone una decisión estratégica no exenta de costes considerables y de riesgos que, en muchos casos, se erigen como una barrera insalvable impidiendo que la empresa pueda integrarse a un entorno que ayudaría a mejorar su capacidad competitiva de forma importante.

Al proporcionar a la empresa una plataforma que implementa los servicios principales para el desarrollo de una estrategia de comercio electrónico, se pretende que el número de recursos necesarios se reduzca de forma considerable.

Intentar crear una arquitectura válida para todo tipo de negocio sería una tentativa demasiado amplia y poco factible, además de incurrir en costes de diseño e implementación excesivos. Las diferencias entre las distintas estrategias de negocio de cada una de las empresas impediría crear un entorno adecuado para todas ellas, con lo que las ventajas de crear un sitio común de comercio electrónico se perderían. Así, la arquitectura que se propone pretende centrarse en un determinado ámbito de negocio, concretamente en el de venta de productos por catálogo.

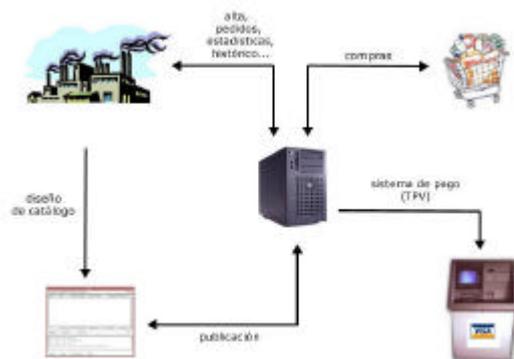
Dentro de las restricciones impuestas por las características propias de la arquitectura, se pretende que la empresa que adopte dicho sitio como escaparate de sus productos, sea la que, realmente, gestione su negocio, controlando en todo momento cómo se está desarrollando. De esta forma, se consiguen dos objetivos principales. El primero de ellos, es flexibilizar el entorno de negocio, para que la empresa pueda adaptarlo, hasta cierto punto, a sus necesidades.

El segundo objetivo que se pretende alcanzar es que la empresa sea autosuficiente a la hora de mantener su negocio electrónico, de tal forma que no tenga que depender de entidades ajenas a ella.

Cada una de las empresas integradas en esta plataforma estará incorporando modificaciones continuas para adecuar su negocio a cada circunstancia. Si para realizar cada una de estas modificaciones fuese necesario la intervención de un administrador de la plataforma se ralentizaría de forma extraordinaria su mantenimiento, sobre todo debido al posible volumen de transacciones. Por esta razón, se pretende que la plataforma incluya la funcionalidad necesaria para su propio automantenimiento. Se presenta así una arquitectura activa, capaz de reconfigurar su entorno conforme a la actuación de cada una de las empresas, adaptando la interfaz que presenta a sus clientes de forma automática, percibiendo éstos los últimos productos introducidos por las empresas, así como las nuevas empresas que se hubieran unido al sitio de comercio electrónico.

Esta arquitectura debe integrar dos aspectos dentro de la lógica de negocio. El primer aspecto hace referencia al servicio proporcionado por la arquitectura a la empresa que la incorpora. Se estaría ante una dimensión del negocio denominada B2B (*Business to Business*). El segundo es la comunicación cliente final – empresa, también llamado B2C (*Business to Clients*).

En la siguiente figura se observa, a grandes rasgos, los principales componentes de la arquitectura propuesta.



**Fig. 1.** Estructura general de la arquitectura propuesta.

La arquitectura que se puede observar en la Figura 1 pretende, a través de un elemento central, interconectar entre sí las distintas partes implicadas en un entorno de comercio cualquiera, con la ventaja de un mayor dinamismo respecto a las formas más tradicionales de negocio.

La empresa se convierte en protagonista principal de su negocio al incluir y gestionar sus propios contenidos en el servidor que le da acceso al entorno de comercio electrónico. La utilización de una herramienta especializada para este fin [1], convierte a la empresa en un elemento activo dentro del proceso de negocio. Esto supone un enfoque diferente al no ser ya necesaria la delegación de estas tareas en terceras partes.

Con el uso de la herramienta se consigue que el elemento central (servidor) permanezca en segundo plano, dando la impresión de una relación más directa con el

cliente. Servicios adicionales como estadísticas de ventas, histórico de pedidos..., acentúan la interacción de la empresa con el servidor.

Por otro lado, el cliente interactúa con el servidor a través de la Web, accediendo a los catálogos publicados de las empresas registradas y adquiriendo los productos incluidos en dichos catálogos. Además, al cliente se le proporciona un mecanismo de pago electrónico seguro y confidencial.

Como consecuencia de las compras realizadas por los clientes, se genera un informe puntual de las órdenes de compra a las empresas implicadas. Con este aspecto concluyen las responsabilidades de la arquitectura en el proceso de negocio.

## 2 Interacción empresa-servidor

El primer paso que la empresa interesada debe realizar consiste en la contratación del derecho de utilización de la arquitectura. Para facilitar esta primera toma de contacto, se ponen a su disposición una serie de prototipos de catálogos que incluyan, además, una descripción de cómo se lleva a cabo su construcción, cómo se gestionan cada uno de sus productos por parte del servidor..., de forma que la empresa comprenda las líneas generales del modelo de negocio propuesto.

Una vez que la empresa comprende qué puede conseguir con esta arquitectura, el siguiente paso consiste en la formalización del contrato entre la empresa y los responsables de la arquitectura. Se proporcionan diferentes alternativas de utilización del entorno de forma que la empresa pueda seleccionar aquella que mejor se adapte a sus pretensiones, incluyendo la posibilidad de futuras modificaciones en función de los objetivos de la empresa. Se ofrece un servicio que permite que la empresa articule un presupuesto para conocer el gasto real que le supondrá incorporarse a la plataforma. Además, en el contrato aparece perfectamente definido el alcance de los servicios proporcionados.

A partir de este punto, el grueso de la comunicación empresa – servidor se realizará a través de una herramienta automática de generación y publicación de catálogos [1]. Esta herramienta, suministrada una vez formalizada la inscripción, proporciona la descripción de todos los contenidos que la empresa desea incorporar a la plataforma. Estos contenidos se describen en el lenguaje estándar XML (*eXtensible Markup Language*) [2,3,4,5,6]. La decisión de proporcionar una herramienta generadora de catálogos, se basa en conseguir un entorno más potente desde el punto de vista de la funcionalidad y que permite un diseño más adecuado en lo referente a interacción con el usuario.

El entorno almacena el catálogo de los productos que la empresa suministra. Es la propia empresa la que determina qué productos desea mostrar, cómo se organizan dichos productos dentro de su catálogo y cómo se mostrará de forma visual el catálogo en el servidor. En todo momento, la empresa tiene la capacidad y la responsabilidad de realizar las tareas de mantenimiento de dicho catálogo y por tanto de su contenido.

Entre los mecanismos adicionales para que la empresa pueda llevar a cabo su negocio cabe destacar, en primer lugar, un servicio de alerta configurable que comunicará puntualmente acerca de los nuevos pedidos realizados. Además, para que

la empresa pueda flexibilizar el entorno, ésta tiene la facilidad incorporar diferentes aspectos o componentes de su política de negocio, para complementar la funcionalidad ofrecida por el sitio web. Así, se pueden añadir aspectos como políticas de financiación, control de *stocks*...

Los servicios B2B se completan con informes estadísticos de ventas realizadas..., que permiten controlar los beneficios obtenidos por la empresa.

### **3 Interacción cliente comprador-servidor**

Desde el punto de vista de un cliente que accede al sitio web para realizar compras, dimensión B2C, se presenta un entorno donde se reúnen una amplia gama de empresas proveedoras de productos.

Para este cliente, la plataforma ofrece los servicios de acceso eficiente y de gestión de compra de los distintos productos existentes en el servidor. Para facilitar el acceso se proporciona una interfaz de búsquedas caracterizada por incluir diferentes métodos de acceso a los productos (clasificación por categorías, acceso por contenido...) y por presentar de forma homogénea los resultados de la búsqueda, independientemente de la presentación que la empresa proveedora de dicho producto ha escogido. Además, se incluyen mecanismos para que el cliente pueda acceder directamente al catálogo de una empresa concreta.

Con la incorporación de una interfaz de búsquedas, se pretende que el cliente encuentre una forma rápida, fácil y tradicional de acceso a los contenidos del sitio, minimizando con esto su esfuerzo de comprensión del entorno. Por otro lado, con el acceso al catálogo completo de una empresa, el cliente es capaz de obtener información adicional, tanto de productos como de otros aspectos de la empresa, especialmente interesante a la hora de decidir la adquisición de un determinado producto frente a otros.

Para garantizar la total aceptación del cliente, el proceso de compra se articula en base a mecanismos habituales presentes en los diferentes sitios de comercio electrónico actuales. La idea es conseguir una cuota de mercado inicial que asegure el éxito de la arquitectura y, a partir de ese punto, incorporar modificaciones que se consideren oportunas tanto en éste como en otros aspectos.

### **4 Conclusiones y estado actual**

El principal objetivo perseguido con la implantación de esta arquitectura es facilitar a una empresa el acceso al mundo del comercio electrónico, con la diferencia de que la empresa se convierte en un elemento activo ya que es ella misma la que se encarga de diseñar, publicar y mantener su propio catálogo, gracias a la utilización de una herramienta especializada para ello.

Desde el punto de vista del cliente, se pretende proporcionar un entorno integrado de comercio electrónico. Por un lado, se agrupan un gran número de catálogos de distintas empresas accesibles para el cliente, y por otro, se proporcionan todos los mecanismos que componen el proceso de venta, desde el proceso de consulta de catálogos hasta el pago de la compra realizada.

Como punto de partida en la construcción de la arquitectura, se han intentado respetar los elementos comunes presentes en los sitios de comercio electrónico ya implantados con vistas a facilitar la interacción de los usuarios. Además, siguiendo la filosofía de simplificar el acceso, la integración de la herramienta especializada permite hacer hincapié en los aspectos de interacción, al proporcionar un entorno potente y cuidado en lo referente a detalles que permitan reducir el esfuerzo de aprendizaje de dicha herramienta. El resultado final es un entorno integrado, accesible y de fácil comprensión.

Como aspectos en estudio a incorporar a la arquitectura están aspectos de seguridad como el mecanismo de pago electrónico sustentado sobre un protocolo confiable para la realización de transacciones, así como el soporte para garantizar la autenticación en las comunicaciones con la herramienta. Por otro lado, se plantean aspectos como la restricción de acceso a ciertos elementos del catálogo. Estas restricciones serían definidas por la empresa.

Otros aspectos en investigación son la incorporación de componentes de negocio que flexibilicen el funcionamiento del servidor para incluir aspectos concretos de la lógica de negocio de las empresas y la internacionalización del entorno, incorporando su extensión a diferentes idiomas.

## 5 Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Junta de Castilla y León y la Unión Europea a través del Fondo Social Europeo mediante el proyecto de investigación SA002/01.

## 6 Bibliografía

- [1]Hernández, M. J., Borrego, I., García, F. J., Curto, B., Moreno, M<sup>a</sup> N., Hernández, J. A.: Herramienta Automática para la Generación de Catálogos de Venta en Internet. Aceptado en el congreso Interacción 2001. Salamanca, Mayo del 2001. (2001).
- [2]Bray, T., Paoli, J. Y Sperberg-MacQueen, C.M.: Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Second Edition).World Wide Web Consortium Recommendation October 2000. <http://www.w3c.org/TR/2000/REC-xml-20001006>. (2000).
- [3]Clark, J.: XSL Transformation (XSLT) Version 1.0. World Wide Web Recommendation 16 November 1999. <http://www.w3c.org/TR/1999/REC-xslt-19991116>. (1999).
- [4]DeRose, S., Maler, E., Orchard, D.: XML Linking Language (XLink) Version 1.0. World Wide Web Consortium Proposed Recommendation 20 December 2000. <http://www.w3c.org/TR/2000/PR-xlink-20001220>. (2000).
- [5]Navarro A., White, C., Burman, L.: Mastering XML. Ed.Sybex. (2000).
- [6]Morrison M.: XML A1 descubierto. Ed. Prentice Hall. (2000).



# Herramienta automática para la generación de catálogos de venta en Internet

M. J. Hernández, I. Borrego, F. J. García, B. Curto, M<sup>a</sup> N. Moreno, J. A. Hernández

Departamento de Informática y Automática – Facultad de Ciencias  
Universidad de Salamanca  
fgarcia@usal.es

**Resumen.** En este trabajo se muestra la génesis de un proyecto orientado a construir una herramienta software especializada, que permita automatizar, hasta cierto punto, el diseño de catálogos de productos para su posterior publicación y venta en Internet. Este proceso de automatización tiene como fin último que una empresa pueda entrar en el mundo del comercio electrónico sin necesidad de que sus responsables tengan unos conocimientos avanzados sobre informática.

## 1 Objetivos y descripción del trabajo en curso

El objetivo de este trabajo es la construcción de una herramienta de software que permita a una empresa el diseño, tanto conceptual como visual, de un catálogo de productos para su publicación y venta en Internet. Observado el auge de la utilización de este modelo de negocio en la red, se plantea automatizar en lo posible el proceso de generación y publicación proporcionando una herramienta especializada en este aspecto.

Se entiende por catálogo la descripción lógica de cada uno de los productos que lo forman, la organización de dichos productos en secciones y subsecciones y el formato de visualización que permite mostrar el contenido del mismo.

Uno de los objetivos de esta herramienta es la facilidad de uso. Se pretende que para su utilización no sean necesarios conocimientos avanzados de informática. Por esta razón, es requisito esencial la implementación de una interfaz gráfica, intuitiva y potente que reduzca el esfuerzo de aprendizaje por parte del usuario.

El uso práctico de esta herramienta se garantiza al desarrollarse en paralelo una arquitectura de comercio electrónico destinada a implantar una plataforma general que posibilite el diseño de una estrategia de negocios en la red basados en catálogos [1]. Así, mediante esta herramienta se generan los contenidos de los catálogos que se ofertarán en los sitios de comercio electrónico que se basen en dicha arquitectura.

Se plantea, de esta manera, una relación simbiótica entre la herramienta y la arquitectura, que además, da soporte a un modelo B2B (*Business To Business*) entre la empresa que desean entrar en la red y el servidor de comercio electrónico.

Desde este punto de vista, el servidor impondrá ciertos criterios mínimos para la definición tanto de los productos como de los catálogos en sí (elementos de descripción básicos, organización en categorías de los productos ofertados...).

Por otro lado, la herramienta proporciona al servidor toda la información necesaria para que éste pueda publicar los contenidos de la empresa. Esta información que se

intercambia con el servidor es la definición lógica de los productos a publicar, su organización conceptual en un catálogo y el formato de visualización concreto que se pretende dar a dicho catálogo.

Además, con el objetivo de flexibilizar, hasta cierto punto, el modelo de negocio impuesto por la arquitectura de comercio electrónico, la herramienta permite diseñar componentes de negocio específicos para adecuar el funcionamiento del servidor a las necesidades de la empresa (modos de financiación, control de *stocks*, descuentos...).

Todo este intercambio de información se realiza utilizando el lenguaje de marcado estándar XML (*eXtensible Markup Language*) [2,3,4,5,6]. La utilización de este lenguaje viene justificada por la flexibilidad para modelar contenidos, la posibilidad de validación semántica de los documentos y la separación que impone entre contenidos y formato de visualización. Este último aspecto coincide exactamente con la filosofía de trabajo que se pretende incluir en la herramienta.

En lo referente a la forma de trabajo de la herramienta, ésta se estructura alrededor del concepto de *vista de trabajo*. Cada una de las vistas contempladas pretende mostrar la información desde un determinado enfoque. El objetivo de este planteamiento es doble. Por un lado, reducir la cantidad de información que se muestra al usuario, evitando así una sobrecarga de información innecesaria, y por otro lado, centrar los esfuerzos del usuario de la herramienta en la tarea concreta que se está realizando dentro del proceso global de generación del catálogo.

Las principales vistas que contiene la aplicación son: la *vista de definición de plantillas*, la *vista de productos*, las *vistas de componente* y la *vista de organización de catálogos*. Todas ellas agrupadas en una vista más general denominada *vista de repositorio* donde se muestra toda la información distribuida por el resto de vistas. El acceso a las diferentes vistas se facilita en la interfaz de usuario desde la metáfora de las carpetas con pestañas.

En el siguiente apartado, se detalla la forma en la cual se estructura la interfaz y qué aspectos se han tenido en cuenta para conseguir los objetivos de facilidad de uso e interactividad de ésta. A continuación, se muestra el contenido concreto de cada una de las vistas, para terminar con una descripción breve del estado actual.

## **2 Aspectos de diseño de la interfaz**

Para conseguir obtener una interfaz fácil de usar e intuitiva, se han cuidado ciertos elementos de la aplicación considerados esenciales, y que se describen a continuación.

El primero de ellos es el uso de las mismas *metáforas* a lo largo de toda la interfaz. De esta manera, una vez que el usuario se haya enfrentado con los primeros diálogos de la aplicación será capaz de intuir la mayor parte de los aspectos de funcionamiento del resto de diálogos que aún no ha utilizado. Un elemento esencial para garantizar esta homogeneidad es la iconografía utilizada. La utilización de los mismos iconos para denotar acciones con relación semántica ayuda al usuario en el proceso de aprendizaje de la herramienta.

Otro aspecto es el concepto de *vista de trabajo* que permite estructurar la información de forma que el usuario no se vea aturdido por grandes volúmenes de datos o por diálogos complejos. Esta propiedad se refuerza al mostrar, dentro de cada vista, la información a medida que ésta se va necesitando. Cada vista, en el momento

inicial, muestra una porción mínima de datos que se irá ampliando a medida que el usuario haga uso de la funcionalidad que se le proporciona. Además, para evitar que en este proceso de descubrimiento gradual de información se llegue a circunstancias donde este principio de sencillez quede difuminado, la interfaz proporciona mecanismos que permiten reestructurar su aspecto de forma que, elementos de información que temporalmente no son necesarios queden ocultos.

Otro aspecto que facilita al usuario el uso de la herramienta es el hecho de proporcionar diferentes vistas de los mismos datos. Así, por ejemplo, en la Figura 1 se

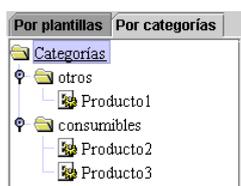


Fig. 1. Ejemplo de múltiples

permite esta organización actual sino que además, los esfuerzos para ampliar la interfaz se reducen de forma considerable.

La estructuración en vistas desde la metáfora de la carpeta con pestañas puede provocar que el usuario tienda a trabajar en varias vistas al mismo tiempo. Para impedir este hecho, se impide que el usuario pueda cambiar de vista sin antes haber finalizado el trabajo en su vista actual. El objetivo es ayudar al usuario a concretar su esfuerzo en una determinada actividad.

Otra característica ya común en todas las aplicaciones a través de interfaces gráficas es la de proporcionar varias formas de acceso a la funcionalidad (menús, menús contextuales, combinaciones de teclas y eventos de ratón). Siguiendo con esta filosofía, la interfaz proporciona los mecanismos usuales de acceso. De esta forma se aprovecha la formación del usuario en otro tipo de herramientas (procesadores de texto, hojas de cálculo...).

Un elemento esencial a la hora de que un usuario obtenga un alto rendimiento de una interfaz es el idioma en la que ésta se presente. Por este motivo, la herramienta soporta un número arbitrario de idiomas a la hora de presentar sus contenidos. El usuario al principio de la aplicación puede elegir su lenguaje nativo o el que más cómodo le resulte.

### 3 Vistas de trabajo

En el primer apartado, se ha introducido el concepto de vista de trabajo así como las vistas en las que se estructura la interfaz. A continuación, se analizan con más detalle cada una de las vistas que se han considerado.

La primera de las vistas es la *vista de plantillas*. Dentro de esta vista se consideran dos elementos fundamentales: el concepto de *plantilla de datos* y el concepto de *plantilla de producto*.

El primero de ellos se puede definir como un mecanismo que permite por un lado, definir el formato de los datos de un campo que describe un producto, y por otro lado,

posibilita que la herramienta ayude de forma más efectiva al usuario en la tarea de generar contenidos. Se trata de un concepto oscuro con el que el usuario puede estar menos acostumbrado a trabajar. Para solucionar esto, la herramienta se diseña de forma que este concepto no sea crítico ni esencial para diseñar un catálogo, pero es necesario proporcionarlo para permitir que usuarios más avanzados obtengan un mayor beneficio con su uso. Para efectos de su comprensión, supóngase una plantilla de datos denominada “vínculo” que se refiere a un tipo de datos predefinido “Vínculo”. Esta plantilla va a definir que el campo que la incorpore va a contener un URI (*Universal Resource Identifier*) válido. De esta forma, cuando el usuario vaya a completar dicho campo la aplicación mostrará el dialogo adecuadamente modificado para facilitar dicha tarea.

Las *plantillas de producto* sirve de modelo para la posterior definición de los productos. Una plantilla de producto define una serie de campos que describen a aquellos productos que se definan con respecto a dicha plantilla. Además, se permite que dichas plantillas se organicen de forma jerárquica heredando descripciones de campos unas de otras. El objetivo que se persigue es el de agrupar características comunes a un conjunto de productos para reducir esfuerzos a la hora de definir dichos productos.

Otra de las vistas es la *vista de productos*. En esta vista se concentra toda la funcionalidad para la gestión de los productos propiamente dichos. Mientras las plantillas son un medio para facilitar el trabajo, los productos son la definición conceptual de cada uno de los artículos que componen el catálogo. Esta vista funciona como un repositorio de productos que permite generar nuevos productos, mantener los productos existentes, organizarlos para su mantenimiento... como se puede apreciar en la Figura 2.

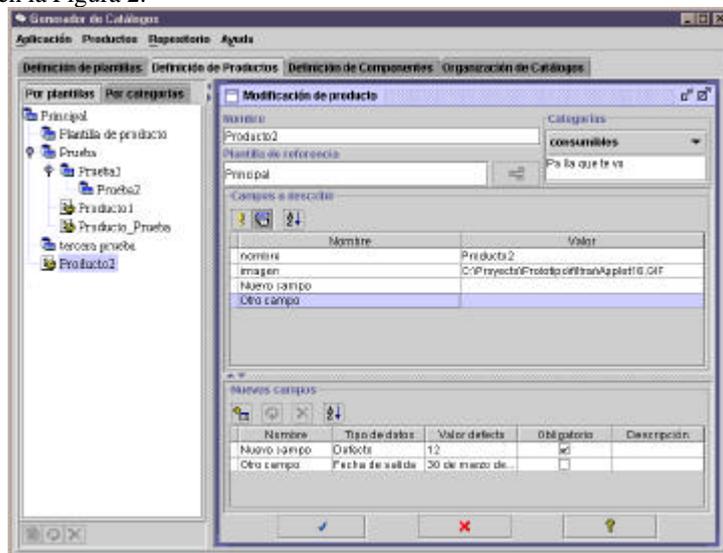


Fig. 2. Vista de productos.

La *vista de componentes* establece la definición de los componentes de negocio particulares que permiten personalizar el entorno de comercio electrónico con el

servidor. Se pretende hacer frente a aspectos desde el formato del informe de los pedidos que envía el servidor a la empresa, hasta aspectos como políticas de financiación, control de *stock*.... En definitiva, permitir que la empresa pueda incorporar aspectos que incrementen su competitividad en el mercado.

La *vista de organización de catálogos* presenta por un lado, la agrupación de los productos por catálogos para su posterior publicación, y por otro, el mantenimiento de dichos catálogos. A la hora de definir un catálogo, se separa la definición conceptual de la visualización que tendrá en el servidor. Así, esta vista permite abordar ambos aspectos. Además, se facilita la inclusión de restricciones de seguridad personalizadas que controlen de alguna manera qué personas o entidades acceden a dicho catálogo.

Por último, la *vista de repositorio*, tiene la finalidad de agrupar los distintos elementos que maneja la herramienta, haciendo hincapié en mostrar referencias cruzadas entre ellos para garantizar la consistencia. No se pretende que ésta sea una vista de trabajo sino únicamente de referencia para el usuario.

#### **4 Estado actual y conclusiones**

A través de la realización de un prototipo se pretende validar todos y cada uno de los aspectos de la interfaz que han sido comentados. A fecha de redacción de este documento, el prototipo ha permitido validar la funcionalidad correspondiente a la parte de gestión de plantillas, la gestión de productos, así como el diseño lógico de catálogos. El siguiente hito será el diseño de la parte relativa a la definición visual del catálogo y su posterior publicación en el servidor remoto.

Por otro lado, la finalidad última de la herramienta es la publicación y mantenimiento de catálogos en el servidor. Este intercambio de datos se realiza sobre protocolos seguros que garantizan la confidencialidad de los mismo. Este es otro aspecto de estudio que se comenzará en breve.

El hecho de que múltiples usuarios utilicen esta herramienta hace que el diseño de la interfaz sea un elemento crucial, como ya se ha puesto de relieve en este artículo. Un aspecto a tener en cuenta es que los potenciales usuarios no están involucrados en el desarrollo de la herramienta. Esto puede ocasionar rechazo en la utilización del entorno propuesto. Sin embargo, esta participación no es posible sino salvo a través de la puesta en marcha de un primer prototipo y su evaluación. Este prototipo, a fecha de hoy, se está desarrollando y por lo tanto está abierto a sugerencias y correcciones para mejorar su aspecto y funcionalidad.

#### **5 Agradecimientos**

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Junta de Castilla y León y la Unión Europea a través del Fondo Social Europeo mediante el proyecto de investigación SA002/01.

## 6 Bibliografía

- [1] Borrego, I., Hernández, M. J., García, F. J., Curto, B., Moreno, V., Hernández, J. A.: Arquitectura automatizada de comercio electrónico. Aceptado en el congreso Interacción 2001. Salamanca, Mayo del 2001. (2001).
- [2] Bray, T., Paoli, J. Y Sperberg-MacQueen, C.M.: Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Second Edition). World Wide Web Consortium Recommendation October 2000. <http://www.w3c.org/TR/2000/REC-xml-20001006>. (2000).
- [3] Clark, J.: XSL Transformation (XSLT) Version 1.0. World Wide Web Recommendation 16 November 1999. <http://www.w3c.org/TR/1999/REC-xslt-19991116>. (1999).
- [4] DeRose, S., Maler, E., Orchard, D.: XML Linking Language (XLink) Version 1.0. World Wide Web Consortium Proposed Recommendation 20 December 2000. <http://www.w3c.org/TR/2000/PR-xlink-20001220>. (2000).
- [5] Navarro A., White, C., Burman, L.: Mastering XML. Ed. Sybex. (2000).
- [6] Morrison M.: XML Al descubierto. Ed. Prentice Hall. (2000).
- [7] Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H., Sommerlad, P., Stal, M.: Pattern-Oriented Software Architecture. A System of Patterns. John Wiley & Sons. (1996).

# Docencia virtual: una clase de electrónica

Á. Sánchez, J. Torreblanca, A. B. Gil, C. Hernández, T. Martínez

Universidad de Salamanca  
E.T.S.I.I. de Béjar, Avda Fernando Ballesteros 2, 37.700 Béjar, Salamanca, España  
e-mail: {asm, torre, abg, chernan, teodoro}@usal.es

**Resumen.** La necesidad de actualización y, por tanto, de formación continua de muchos profesionales, unido a su imposibilidad de desplazarse con la frecuencia que sería necesaria a los centros donde se imparte para dicha actualización, serán factores que harán de la enseñanza no presencial una necesidad cada vez mayor. Actualmente en la E.T.S.I.I. de Béjar, Universidad de Salamanca, se están creando los recursos para realizar una experiencia docente virtual que sienta las bases para una futura enseñanza no presencial relacionada con una ingeniería que permita integrar formación práctica. Se presenta aquí un resumen de las líneas básicas que guían este trabajo.

**Palabras Clave.** Interacción persona-ordenador, trabajo colaborativo, docencia virtual, tele-educación.

## 1 Introducción

Las nuevas tecnologías, los recursos multimedia, la interactividad y el acceso a distancia a la información abren infinitas posibilidades [1] a explorar que pueden suponer una ayuda de enorme valor para la formación. Más aún si se marca como horizonte el objetivo de una enseñanza con la mínima presencia por parte del alumno. Se trata, por tanto, de suplir la interacción directa con el formador y con el entorno de formación, ambos de incalculable valor, con los nuevos recursos; siempre con la finalidad de obtener unos resultados mejores incluso que si de enseñanza tradicional se tratase.

Aplicar las nuevas tecnologías como en muchas ocasiones se está haciendo, partiendo de que por ser “nuevas” son “buenas”, conduce irremediabilmente al fracaso. Por ello antes de extender su utilización sin más, se debe reflexionar sobre los aspectos formativos donde pueden estar “indicadas” si se usan adecuadamente.

## 2 Necesidad de experiencias docentes con nuevas tecnologías

El aprendizaje y, consecuentemente, las acciones que deben desembocar en la optimización de él (clases, material escrito, material multimedia, prácticas, etc.) llevan asociadas unas características que deben contemplarse siempre:

1. Selección y estructuración ordenada de los contenidos (tanto el esquema de la materia como en la progresividad de la dificultad). Fundamental para alcanzar una

organización mental del saber, construida sobre conocimientos anteriores y sobre la que apoyar el aprendizaje futuro [2].

2. Interés del alumno por los conocimientos. Aspecto imprescindible para mantener la atención de quien aprende y fundamental para conseguir que el aprendizaje sea más rápido y profundo.
3. Impacto de la presentación de los conocimientos. Que ayudará a fijar definitivamente lo aprendido, contribuyendo a despertar además interés.

Aunque no es complejo conseguir o mejorar con materiales multimedia los tres puntos citados anteriormente, no se puede improvisar. El esfuerzo que supone un desarrollo docente a distancia mediante ordenador requiere planificación [3] y conocer previamente, aunque sea a pequeña escala, los posibles resultados y las dificultades de aplicación de estas técnicas. Todo ello hace necesario realizar alguna experiencia docente previa.

### **3 Planificación y desarrollo de una clase virtual**

Se comienza con la elección de un tema de electrónica, de tipo general, que incluya aspectos teóricos, de problemas y de laboratorio. Se actúa entonces en tres líneas básicas: elaboración del material necesario mediante aplicaciones informáticas y recursos multimedia, organización de los contenidos (agrupados en unidades de conocimiento cortas, con entidad propia y, en principio, diferentes a los temas clásicos de la materia) a impartir, adaptándolos a los nuevos recursos y, finalmente, se reorganiza la estructura habitual de la docencia [4] (horarios, duración de las clases, etc.).

La clase tendría una parte presencial que se iría reduciendo progresivamente. Los materiales que se hayan elaborado deben cumplir las características ya citadas en el apartado 2. La docencia virtual requerirá de un servidor, un aula de informática cuyos recursos manejará con soltura el alumno y, sobre todo, de un cambio de organización docente (se considera una clase de 2 o 3 horas, incluso de una mañana completa si se desarrolla la teoría y la práctica en un bloque). Los pasos de que constaría son:

1. El alumno antes de la clase, vía red, lleva unas notas multimedia, preparadas por el profesor, a su ordenador. En estas notas, breves y concisas, lee y ve el contenido del tema, repasa conceptos, algunos ejemplos de aplicación, etc.
2. Ya en el aula, los contenidos principales de la clase se introducen brevemente y mediante recursos multimedia proyectados con un cañón, donde la explicación del profesor es una parte y, el resto, consiste en el desarrollo de ejemplos y problemas guiados.
3. Las prácticas, de dos horas de duración, se realizan seguidamente, con un guión multimedia interactivo y el correspondiente ordenador.
4. Las horas restantes del día están orientadas al trabajo personal del alumno. El laboratorio permanecerá abierto a su disposición. Habrá un "chat" funcionando toda la tarde para discutir sobre el tema. El profesor, resolverá las dudas por correo electrónico. Se colgarán de la red materiales complementarios al tema.

## 4 Agradecimientos

Los autores agradecen a la *Junta de Castilla y León* la ayuda prestada través del *Proyecto de Innovación Didáctica* (clave J0PA, ref. SA33/00, B.O.C. y L. 21-01-00).

## 5 Bibliografía

- [1] Brotons, J. R.: Enseñanza y Nuevas Tecnologías en el Futuro. *Novática* 145 (2000) 30-32.
- [2] García, J., García, A., López, R., Mompó, R., Navazo, M<sup>a</sup> A., Pérez, M<sup>a</sup> Á., Redoli, J., Regueras, L. M<sup>a</sup>, Rodríguez, B., Verdú, M<sup>a</sup> J.: *Nuevas Tecnologías y Educación*. PCWEEK. Editorial America Iberica (1999).
- [3] Tamara Sumner and Josie Taylor: *New Media, New Practices: Experiences in Open Learning Course Design*. Conference on Computer-Human Interaction (CHI '98), Los Angeles, 1998.
- [4] Domingue, J and Mulholland, P: 'Teaching Programming at a Distance: The Internet Software Visualization Laboratory', *Journal of Interactive Media in Education*, 97, 1. (1997).



# Prácticas multimedia de electrónica para la docencia en una Escuela de Ingeniería Industrial

J. Torreblanca, A. B. Gil, Á. Sánchez, C. Hernández, T. Martínez

Universidad de Salamanca.

E.T.S.I.I. de Béjar, Avda Fernando Ballesteros 2, 37.700 Béjar, Salamanca, España  
e-mail: {torre, abg, asm, chernan, teodoro}@usal.es

**Resumen.** Los montajes característicos en el desarrollo de las prácticas de una asignatura de electrónica llevan asociados problemas y errores de medida, en muchas ocasiones básicos, que impiden la comprensión de los conceptos principales que se pretenden mostrar al alumno. En el trabajo que se está desarrollando se utilizan algunas de las posibilidades del ordenador para integrar, mediante Macromedia Director 8™, todos los recursos posibles (vídeo digital, captura de medidas, simulación, etc.) en una aplicación interactiva que permita al alumno realizar virtualmente la práctica previamente al montaje real. **Palabras Clave.** Interacción persona-ordenador, multimedia, formación interactiva.

## 1 Introducción

El apoyo del ordenador y de los medios audiovisuales son técnicas conocidas en el aula, pero difíciles de llevar a cabo, entre otros motivos, por las limitaciones de dotación en los centros de formación. Un ordenador por aula, o un portátil por profesor y además un medio de proyección de calidad razonable no son recursos habituales.

Por otro lado, está el laboratorio, más accesible a estos medios. Incluir el ordenador en las prácticas conlleva dos tipos de experiencias: prácticas que integran instrumentación y ordenador, y las orientadas únicamente a simulación.

La complejidad del montaje y ejecución de algunas prácticas puede llevar a que los errores y los detalles de funcionamiento impidan la comprensión de la práctica [1].

Este artículo describe los diseños de prácticas multimedia de electrónica interactivas [2] donde al alumno se le permite probar y asimilar los conceptos propios de cada práctica. Así, los objetivos que se buscan son los siguientes:

- Posibilitar la preparación de la práctica observando todos los eventos que surgen en el montaje real.
- Motivar al alumno para la realización de las prácticas.

Por ello, a la hora de diseñar el material multimedia, se deberá:

- Contemplar, de forma interactiva, todas las posibilidades, medidas, dificultades, resultados, etc. con las que podría encontrarse el alumno en el montaje real.
- Incluir la posibilidad de simulación de la práctica.

## 2 Realización de la práctica por el alumno

Mediante un ordenador el alumno realizaría de forma virtual la práctica. Previamente se habría elaborado el material multimedia. Éste consistiría en una película inicial en la que se muestra de forma rápida y concisa tanto los fundamentos teóricos como las medidas principales que se deben realizar, y también las decisiones que se deben tomar en función de los datos obtenidos. El alumno entonces pasará a ser parte activa en el proceso y hará la práctica de forma interactiva, viendo diferentes posibilidades de ejecución y evitando y solventando errores que se producen en el laboratorio.

## 3 Elaboración del material

El proceso de elaboración de unidades de soporte a la docencia práctica consta de tres fases [3]. Una primera de diseño de un guión de lo que sería la práctica, una segunda de recopilación de los datos y elementos necesarios y, finalmente, en la última fase, se integrarán en una aplicación definitiva los componentes que se organizan de acuerdo a los contenidos que se desean mostrar.

Una vez hecho el guión, el proceso inicial para cada experiencia consiste en montar la práctica en el laboratorio y filmar las diferentes fases de ejecución, creando una película en la que se muestra el desarrollo de la práctica con las diferentes posibilidades que posteriormente el alumno podría elegir.

Finalizadas las fases anteriores, mediante el software Macromedia Director se monta todo el material (vídeo, sonido, texto, montajes prácticos, medidas, animaciones...) en un CDROM dotándolo de interactividad.

## 4 Arquitectura de los montajes

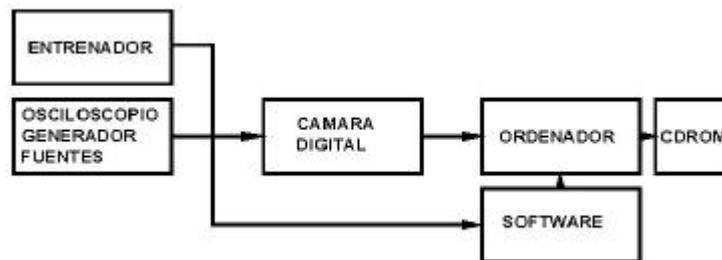


Figura 1: Infraestructura de la práctica virtual

Para desarrollar este material se hará uso de los siguientes elementos:

- Entrenador, generador y fuentes (aparatos básicos del laboratorio).
- Osciloscopio digital (dispositivo para visualización de las señales).
- Tarjeta GPIB (encargada de conectar los aparatos anteriores al ordenador).
- Cámara de vídeo digital (elemento para grabar la realización de la práctica).
- LabView (software de monitorización y visualización de datos).
- Adobe Premiere (software de edición de video, para el tratamiento digital de la película).
- Macromedia Director (como resultado del material elaborado y con este Software se crea el CDROM interactivo para el alumno con el desarrollo de la práctica).

En la figura de la página anterior se muestra el montaje de los distintos elementos utilizados en la creación de los materiales.

#### **4 Agradecimientos**

Los autores agradecen a la *Junta de Castilla y León* la ayuda prestada través del *Proyecto de Innovación Didáctica* (clave JOPA, ref. SA33/00, B.O.C. y L. 21-01-00).

#### **5. Bibliografía**

- [1]Norman, Donald.: The invisible coomputer.MIT Press(1998).
- [2]Tamara Sumner and Josie Taylor: New Media, New Practices: Experiences in Open Learning Course Design.Conference on Computer-Human Interaction (CHI'98), Los Angeles, 1998.
- [3]Domingue, J and Mulholland, P:'Teaching Programming at a Distance: The Internet Software Visualization Laboratory', Journal of Interactive Media in Education, 97, 1. (1997).



# El proyecto InterAct: una arquitectura de pizarra para la implementación de entornos activos\*

X. Alamán, P. Haya, G. Montoro

Dpto. de Ingeniería Informática, UAM, 28049-Madrid  
Xavier.Alaman@ii.uam.es

**Resumen.** El proyecto InterAct propone desarrollar un entorno inteligente con el cual se pueda interactuar en lenguaje natural. Se ha implementado un primer prototipo de un entorno doméstico y un entorno ofimático reales, en los que se pueden realizar las tareas habituales en dichos lugares contando con el soporte proactivo del propio entorno. La habitación se basa en una estructura centralizada donde se recoge toda la información contextual que proviene del entorno. A partir de esta información contextual, el sistema realiza automáticamente acciones que ayuden a los ocupantes e interactúa con ellos mediante diálogos en lenguaje natural. Palabras clave: Entornos Inteligentes, Entornos Activos.

## Hacia un entorno inteligente: el proyecto InterAct

En el Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Madrid se ha comenzado recientemente un nuevo laboratorio dedicado a los entornos inteligentes [1, 2]. Se ha desarrollado un primer prototipo de tal entorno inteligente: el sistema InterAct. En este prototipo se plasman las ideas fundamentales sobre las que reside el diseño del proyecto. InterAct se basa en una arquitectura en la que se distinguen tres capas: la capa de contexto, la capa de interacción con el entorno físico y la capa de interacción en lenguaje natural.

La capa de contexto constituye la columna vertebral de la arquitectura de InterAct. Se ha optado por una arquitectura basada en una estructura de datos centralizada en la cual se recopila toda la información proveniente del entorno físico. Este contenedor de información lo denominamos pizarra, siguiendo la idea original de Hayes-Roth [4].

En la pizarra se mantiene un modelo del entorno físico y sus ocupantes en formato XML. Por ejemplo, habrá una instancia por cada uno de los sensores y actuadores del entorno, pero también se podrán tener instancias y atributos que modelen aspectos de más alto nivel, como puede ser el número de personas que hay en la habitación, o la actividad que éstas están realizando. En la pizarra además se modelan las fuentes y los sumideros de los flujos de vídeo y audio y los canales que se establecen entre ellos. Uno de los objetivos a medio plazo es extraer regularidades dentro de la estructura de la pizarra, hasta conseguir una ontología que sirva como marco de referencia a la hora de desarrollar Entornos Inteligentes. En una primera implementación de la pizarra se ha optado por utilizar la herramienta Context Toolkit [3].

Cuatro son las ventajas que se pretenden aprovechar con la arquitectura elegida:

1. Presentar a los módulos de la capa de aplicación una interfaz común que abstraiga la diversidad de dispositivos del entorno físico.

2. La definición y generación de la pizarra a partir de un documento XML permite facilitar el trabajo de documentación, gracias a la capacidad de formatear texto intrínseca al lenguaje.

3. Conseguir una implementación independiente del lenguaje de programación elegido. Los módulos de aplicación no están atados a una plataforma específica, y la implementación del protocolo de comunicación no constituye un costo importante.

4. Facilitar las operaciones de depuración, ya que en la pizarra se encuentra en un momento dado toda la información sobre el estado del sistema.

### Conclusiones

El primer intento de plasmar nuestras ideas en la realidad ha dado como fruto el prototipo que se describe a continuación. El sistema implementado se compone de las tres capas mencionadas en el apartado anterior. Para la capa de interacción con el entorno físico se utiliza el bus europeo EIB [<http://idaho.eiba.com/home.nsf>], que pretende crear un estándar para este campo dentro de la Unión Europea. El bus conecta interruptores, relés para controlar las luces de la habitación, un sensor de presencia y un display. Para la parte de flujo de información continua se han dispuesto un micrófono y dos pares altavoces.

La capa de contexto se compone de un widget para cada uno de los dispositivos físicos (luces, sensor de presencia, relé, altavoces), así como de información de contexto sobre los usuarios presentes. Los widgets se distribuyen en los diferentes ordenadores utilizando cada uno puerto de comunicación para recibir y enviar mensajes. Se ha desarrollado una interfaz que permite al módulo de diálogo acceder a los diferentes widgets utilizando un único puerto de comunicación.

Se ha definido un conjunto restringido de diálogos que permiten interactuar con los distintos dispositivos del bus EIB: encender/apagar las luces, poder desplegar mensajes en el display, preguntar si hay alguien en la habitación, etc. El prototipo está en funcionamiento, y va a permitir en el futuro investigar en diversas áreas de interés relacionadas con los Entornos Activos.

### Referencias

1. Coen, M.H. 1998. Design Principles for Intelligent Environments. In Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Intelligent Environments (AAAI98).
2. Pentland, A. 1996. Smart rooms. *Scientific American*, 274, 4, 68-76.
3. Kidd, C.D. *et al.* 1999. The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research. Proc. 2nd Intl. Wksp. on Cooperative Buildings (CoBuild'99).
4. Hayes-Roth, B. 1985. A Blackboard Architecture for Control. In *Artificial Intelligence*, pag 251-321.

\* Este proyecto está subvencionado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (TIC2000-0464).

# Tecnologías web para proveedores de información dinámica

D. Gayo, B. López, J. E. Labra

Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Departamento de Informática. Universidad de Oviedo. C/Calvo Sotelo s/n 33007. Oviedo, España  
{dani, benja, labra}@lsi.uniovi.es

**Resumen.** La web es, sin duda alguna, una de las más importantes fuentes de información existentes en la actualidad y está experimentando un auge que la sitúa al mismo nivel que medios de masas tan poderosos y consolidados como la televisión, la prensa escrita o la radio. Este fenómeno es debido, en gran medida, a la proliferación de sitios web que proporcionan como elemento de atracción de usuarios información de última hora; dicha información suele ser de naturaleza variopinta y no es encuadrable, en todas las ocasiones, bajo el término de “noticia”. Publicaciones electrónicas (los ya habituales *e-zines*), portales y organizaciones de diversa índole constituyen una muestra representativa de tales “proveedores de información dinámica”. La mayor parte de estos sitios, especialmente los portales, disponen de sistemas más o menos sofisticados que les permiten una gestión automática de la información a publicar; sin embargo, resulta asombroso el número de websites que aún hoy en día siguen empleando ficheros *HTML* estáticos mantenidos de forma extraordinariamente rudimentaria. La Escuela de Ingeniería Técnica en Informática de Oviedo (EUITIO) viene manteniendo desde hace unos años un sitio web con el fin de proporcionar todo tipo de información a la comunidad educativa del Centro; la información generada por las diversas actividades (exámenes, conferencias, cursos, becas, ofertas de empleo, etc.) es enorme y hace totalmente inviable un mantenimiento manual de la misma, exigiendo una gestión más próxima a la de un portal temático. En este póster se comenta, de forma muy breve, el trabajo que se ha llevado a cabo en la EUITIO para construir un nuevo *website* renovado que permite la oferta de información permanentemente actualizada de forma sencilla mediante la utilización de una serie de aplicaciones web.

**Palabras clave.** Bases de datos, información dinámica, Internet, lenguajes de programación, publicación on-line, servidor web.

## 1 Trabajo realizado

En sus tres años de funcionamiento el sitio web de la EUITIO se ha convertido en el referente fundamental en cuanto a temas académicos, formativos, profesionales e incluso lúdicos relacionados con el Centro y sus miembros. Sin embargo, este sitio adolecía de una limitada mantenibilidad debido a la gestión manual de la información;

a fin de solucionar este problema se han desarrollado una serie de herramientas para poder administrar un portal con publicación on-line.

El nuevo sitio web permite: consulta de información pública (asignaturas, profesores, exámenes, cursos, etc.); consulta de información privada (notas de exámenes) por parte de alumnos, profesores y administradores; introducción, modificación y eliminación de cualquier tipo de información por parte de los administradores; modificación de información sobre su persona y asignaturas a los profesores; introducción y manipulación de avisos y enlaces por parte de los administradores y los profesores. Además de todo lo anterior, se ha primado la futura extensibilidad del sistema (uno de los siguientes pasos sería la integración en el portal de las infraestructuras necesarias para la impartición de asignaturas vía Internet [2]).

Para desarrollar una aplicación como la descrita es necesario seleccionar cuatro elementos diferentes, a saber: sistema operativo; servidor web; sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) y lenguaje de desarrollo. En nuestro caso este proceso primó considerablemente la gratuidad de los mismos, eligiéndose finalmente: *Linux* [3] como sistema operativo; *Apache* como servidor web [1]; *PostgreSQL* [5] como SGBD; y *PHP* como lenguaje de desarrollo [4].

## 2 Conclusiones

A la luz de esta experiencia y los resultados obtenidos podemos afirmar que sistemas contruidos sobre el conjunto *Linux-Apache-postgreSQL-PHP* pueden resultar perfectamente satisfactorios para organizaciones pequeñas y medianas con presencia en la web o para proveedores de servicios avanzados en Internet que deseen implantar soluciones de bajo coste.

## Referencias

1. Apache: <http://www.apache.org>
2. El-Tigi, M., & Branch, R.M.: Designing for interaction, learner control, and feedback during web-based learning. *Educational Technology* (1997), 37(3), 23-29.
3. Laird, C.: Linux versus NT. Are you getting the most from your OS? [http://www.sunworld.com/sunworldonline/swol-08-1998/swol-08-linuxvnt.HTML\(2000\)](http://www.sunworld.com/sunworldonline/swol-08-1998/swol-08-linuxvnt.HTML(2000))
4. PHP: <http://www.PHP.net>
5. PostgreSQL: <http://www.postgresql.org>

## El espacio virtual como herramienta de comunicación y formación entre profesionales de la educación

L. González, J. M. Muñoz

Facultad de Educación  
Universidad de Salamanca

[lgrodero@gugu.usal.es](mailto:lgrodero@gugu.usal.es) y [pepema@gugu.usal.es](mailto:pepema@gugu.usal.es)  
[http://laboreduca.usal.es/sistema\\_tutor/](http://laboreduca.usal.es/sistema_tutor/)

**Resumen.** Este trabajo hace referencia a la utilización de herramientas y redes telemáticas como instrumento para la construcción de un entorno colaborativo virtual de formación permanente de profesores de educación de personas adultas de Italia, Portugal y España. Se hace referencia a los supuestos científicos y educacionales que justifican el desarrollo del Proyecto, exponiendo las razones por las que se han aplicado a profesionales de la Educación de Adultos; a continuación se realiza una presentación sobre las características del diseño y funcionamiento del entorno de trabajo colaborativo para el desarrollo de unidades de formación en las cuales se promueve la reflexión conjunta sobre acciones y situaciones educativas reales producidas en los procesos formativos de los educadores de adultos. Se destaca la validez del entorno virtual implementado para la formación y las líneas de trabajo futuras a desarrollar durante este año 2001.

**Palabras clave:** Formación de adultos, teleformación, formación docente, aprendizaje colaborativo, redes en educación, interacción, distancia interpersonal.

Dentro de las directrices que enmarcan el congreso, situamos nuestra comunicación como una herramienta de interacción telemática, surgida gracias a un Proyecto Sócrates financiado por la Comisión Europea. A partir de la aprobación de dicho proyecto se puso en marcha un grupo de trabajo interdisciplinar formado por especialistas de tres instituciones europeas y varios grupos de profesores de educación de adultos en activo. Las instituciones implicadas son: la Facultad de Educación de la Universidad de Salamanca (España), el Departamento de Educação da Universidade de Aveiro (Portugal) y SEA -AIDEIA (Italia); el profesorado de adultos procede de centros del ámbito rural de Castilla y León, Italia y Portugal. Dicha aplicación ha sido diseñada y orientada específicamente hacia el colectivo de profesores y profesoras de educación de adultos de zonas rurales que se encuentran aislados geográficamente y sus necesidades de reciclaje y formación permanente se ven mermadas, puesto que los medios de formación más cualificados se concentran en los grandes núcleos de población; por otro lado, las iniciativas de formación presencial requieren traslados, con los consiguientes costes de tiempo y dinero; además en muchos casos no constituyen una alternativa posible como consecuencia de la coincidencia de horarios académicos del profesorado de educación de adultos y la realización de los citados cursos en instituciones educativas.

Se trata de una herramienta que está constituida como soporte mediacional entre el espacio virtual y los sujetos a educar siendo el resultado de esta interacción procesos formativos que tienen lugar no tanto como consecuencia de percepciones vacías de contenido sino más bien como construcciones resultantes de relaciones contextualizadas. En consecuencia, la herramienta sirve de espacio semiótico donde la estructura juega un papel de andamiaje que posibilita la interacción del individuo con el ordenador. Después de un exhaustivo análisis de las posibles interacciones realizadas por los profesores en grupos de trabajo colaborativos reales se ha tratado de configurar un sistema colaborativo virtual que recogieran esas interacciones reales dentro de un espacio virtual, mediante el empleo de la telemática.

Se ha procurado que la posibilidad de interacción entre todos los participantes mediante la utilización de una herramienta telemática que de manera progresiva y acumulativa, hiciera posible el progreso en la construcción de conocimiento y que el trabajo dentro de un espacio virtual colaborativo se implementase a través de un proceso de investigación-acción, de un proceso sistematizado de reflexión cooperativa y colaborativa, de toma de decisiones y evaluación de acontecimientos educativos considerados relevantes por los profesionales. Durante el desarrollo de la primera fase surgieron algunas dificultades relacionadas con interacción de los profesores con la herramienta. El desarrollo de un interfaz que facilitase las interacciones de los participantes con el ordenador; la atención a las necesidades de un colectivo no familiarizado con este tipo de entornos formativos telemáticos. Se consideró prioritario que la interfaz debía de ser lo más sencilla posible, accesible, de fácil manejo, de forma que permitiera una rápida familiarización. La intención no ha estado orientada hacia el desarrollo de cursos de formación específicos, sino en la posibilidad de crear una red de formación permanente para los participantes, incluidos los especialistas de la Universidad, enriquecidos por la experiencia diaria de los profesores de adultos, permitiendo que se lograra un consenso entre la reflexión teórica y la realidad práctica, vivenciada por los profesores de adultos.

Diseñada y configurada la herramienta base se experimentaron sus posibilidades y se trataron de detectar posibles errores. Mediante el desarrollo de “unidades de formación” en diferentes ámbitos que surgieron del interés de los participantes, se seleccionaron los temas más recurrentes tanto para los especialistas como para los educadores, que en general fueron abordados con el siguiente planteamiento de trabajo:

- Selección de la unidad de formación a desarrollar, entre las sugeridas por los participantes
- Esquema propuesto para el desarrollo de la unidad: abierto y sometido a la consideración de los mismos.
- Bibliografía básica sobre el tema: cada participante pudiera consultar y ampliar aquellos aspectos que estimara conveniente.
- Textos de referencia clave en relación con la temática correspondiente de la unidad de formación.
- Desarrollo de un glosario multilingüe: definición de términos relacionados con la unidad correspondiente, que permitieran comprender mejor el vocabulario en los diferentes idiomas y desarrollar las unidades.

- Análisis de la problemática teórica relacionada, fomentando la introducción de casos reales de aula, para contrastar las teorías y que permitieran el desarrollo de debates y discusiones
- Desarrollo de seminarios y discusiones en tiempo real, relacionados con determinados aspectos claves de la unidad de formación que suscitaron mayor interés o distintos puntos enfoque en su desarrollo, exponiendo los distintos puntos de referencia que justificase sus posturas en relación a la temática abordada.
- Evaluación de la unidad, a través de la cual los participantes valoran los siguientes aspectos: interés de la temática elegida, el nivel de aprovechamiento general y personal, las dificultades encontradas en el desarrollo de la unidad y aspectos susceptibles de mejora.

Se han desarrollado tres unidades de formación. La primera, “La autoestima en la educación de adultos”, coordinada desde España. En la segunda se abordó “La problemática socio-política de la Educación de adultos”, coordinada desde Portugal. Y la tercera, coordinada por Italia, que versaba sobre “El método autobiográfico como conocimiento de sí mismo”. Respecto a la evaluación global del trabajo llevado a cabo por los participantes consideraron que se han cumplido los objetivos propuestos: conocimiento del manejo de la herramienta como instrumento de trabajo, y comprobación de sus múltiples posibilidades en la formación permanente del profesorado de educación de adultos y para la cooperación, apoyo y asesoramiento entre Investigadores y Educadores de Adultos, como lo han demostrado el desarrollo de las tres unidades de formación desarrolladas durante el Proyecto. Finalmente, queremos indicar que a fecha de 22 de diciembre del 2000, se informó a todos los participantes de la renovación anual del proyecto Tutor-PEA, para el presente año 2001, como consecuencia del interés suscitado en los mismos junto con la incorporación de nuevos participantes, de los tres países miembros, y la puesta en práctica de varias unidades formativas desarrolladas simultáneamente, situación que corresponde con el estado actual del proyecto.

## **Bibliografía**

- GARCIA DEL DUJO, A., MARTIN GARCIA, A.V. y PEREZ GRANDE, M.D. (1999b) .  
“Nuevas tecnologías y formación permanente del profesorado de educación de adultos”.  
Teoría de la Educación. La Educación y la Cultura en la Sociedad de la Información  
<http://teleeduca.usal.es/teoriaeducacion/>
- GRAY, S. (1998):: “Web-based Instructional Tools”, Syllabus 12 (1998): 18-22, 57.



# Interfaces Hombre-Máquina: supervisión, monitorización y control distribuido aplicados al sector agroalimentario

R. Pizá, I. Baeta, R. Moreno, J. Tornero

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática  
Universidad Politécnica de Valencia  
Camino de Vera s/n 46022 Valencia, España

[rpiza@isa.upv.es](mailto:rpiza@isa.upv.es); [isbaebal@isa.upv.es](mailto:isbaebal@isa.upv.es); [ramogar1@isa.upv.es](mailto:ramogar1@isa.upv.es); [jtornero@isa.upv.es](mailto:jtornero@isa.upv.es)

**Resumen.** La industria agroalimentaria en general y hortofrutícola en particular tiende a automatizar los procesos de tratamiento, clasificación y empaquetado de alimentos para su posterior distribución. El presente trabajo trata sobre el diseño de distintas interfaces aplicadas a la supervisión, monitorización y control distribuido de aplicación general al sector agroalimentario.

## 1 Introducción y objetivos

La automatización de los procesos industriales nos lleva al desarrollo de interfaces amigables para la monitorización y supervisión de los mismos. Sectores tradicionalmente tan poco automatizados como la industria agroalimentaria en general y la hortofrutícola en particular no son ajenas a esta tendencia. El desarrollo llevado a cabo consiste en la implementación de un sistema de monitorización y control distribuido desarrollado a partir de un sistema Scada que es aplicado al procesamiento de cítricos en la industria agroalimentaria.

La secuencia de operaciones que se ejecutan sobre el producto que entra en la planta es la siguiente:

1. Recepción
2. Lavado y encerado
3. Clasificación y calibrado
4. Empaquetado
5. Paletizado

Como requerimientos del sistema se pueden enumerar los siguientes:

1. Identificación del producto entrante.
2. Seguimiento de la evolución de cada lote a lo largo proceso.
3. Control de las variables del proceso: velocidad de las



Figura 1.- Planta piloto demostrativa del proceso

cintas transportadoras, temperatura de secado, tiempo de procesamiento en cada una de las operaciones, medición de los niveles de detergente y ceras, etc.

4. Elaboración de reportes, históricos y estadísticas de los productos procesados.

## 2 Descripción de la aplicación

Para sustentar la implementación de las interfaces desarrolladas, se ha construido una planta piloto que reproduce todas las etapas del proceso real a escala reducida. Dicha planta consta de un circuito cerrado formado por cintas transportadoras y discriminadores, a la que se han incorporado elementos de sensorización y control industriales. En concreto, la solución adoptada consiste en la implementación de un sistema de control distribuido en el que los elementos de control son PLCs y los interfaces hombre máquina se desarrollan sobre varios computadores a partir de un sistema SCADA.

A continuación se describen las interfaces desarrolladas. En la Figura 2 se muestra la pantalla principal desde la que se accede a las distintas vistas del proceso para un control visual del mismo. Un conjunto de cámaras con enlace video implementan esta funcionalidad. La parte derecha se utiliza simplemente como índice de las distintas zonas a visualizar. Los pulsadores de la parte superior dan acceso a los sinópticos de las distintas etapas del proceso.

Las pantallas representadas en las Figuras 3 a 7 muestran distintas vistas de cada una de las etapas. En concreto, la Figura 3 se corresponde con la identificación del producto entrante mediante lectura de los códigos de barras. La Figura 4 muestra el interfaz de control de los variadores de velocidad de las cintas transportadoras controlando el flujo del producto a través del proceso. Las Figuras 5 y 6 ilustran la etapa de lavado y encerado con los controles de nivel de detergentes y de temperatura de secado. Finalmente, la Figura 7 presenta un report de las operaciones realizadas sobre un lote.

En el desarrollo de la interfaz amigable, se han tenido en cuenta los siguientes aspectos que afectan a la estructura de la información presentada:

- No presentar más información de la estrictamente necesaria en cada pantalla.
- Asegurarse de que no se pueden cambiar datos “conflictivos” por uso accidental de la aplicación. Para ello se establecen sistemas de identificación de usuario con privilegios personalizados.
- Intentar reproducir al máximo el esquema físico del proceso.
- Si existe un interfaz de consola que los operarios ya están acostumbrados a utilizar, replicar dicho interfaz.

Con todo ello se logran aplicaciones con un mínimo coste de aprendizaje, con una presentación y estructuración de datos particularizada para cada usuario y atendiendo fielmente al esquema de producción de la planta.



Figura 2.- Pantalla principal.



Figura 3.- Identificación del producto entrante.



Figura 4.- Control de velocidad



Figura 5.- Control de nivel.

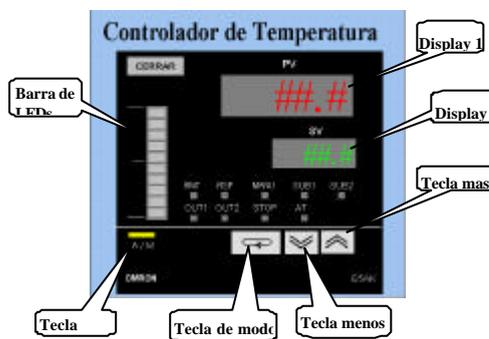


Figura 6.- Control de temperatura

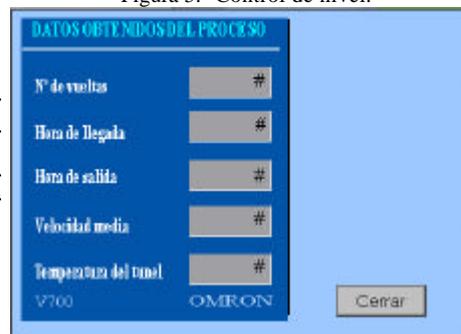


Figura 7.- Datos de histórico



# Diseño de interfaces Hombre-Máquina aplicadas a la docencia e investigación en robótica móvil

R. Pizá, J. Tornero

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática  
Universidad Politécnica de Valencia  
Camino de Vera s/n 46022 Valencia, España  
[rpiza@isa.upv.es](mailto:rpiza@isa.upv.es); [jtornero@isa.upv.es](mailto:jtornero@isa.upv.es)

**Resumen.** El presente trabajo trata sobre el diseño de distintas interfaces aplicadas al control y monitorización de robots móviles, desarrolladas en el ámbito de docencia e investigación para la teleoperación y autoguiado.

## 1 Introducción

La robótica móvil está entrando en las empresas bajo la forma de vehículos teleoperados y autoguiados. El presente trabajo versa sobre el diseño de distintas interfaces de monitorización y control para su aplicación en robótica móvil. El departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad Politécnica de Valencia dispone de distintos vehículos de investigación y desarrollo. La aplicación presentada está particularizada para el vehículo autoguiado Robuter II de Robosoft.

El vehículo consta de una plataforma accionada mediante motores eléctricos en configuración ruedas diferenciales. Como sistema de sensorización dispone de odometría, sensor de contacto (bumper), un anillo de 24 sensores de ultrasonidos, un escáner láser, cámara de visión montada sobre una plataforma "pan & tilt" y un sensor de ultrasonidos solidario con la cámara. Además, el vehículo está dotado de un intercambiador de pallets para la carga y descarga de pallets de un centro de mecanizado.

Sobre este vehículo de laboratorio se han desarrollado varias aplicaciones de investigación con el desarrollo de numerosos algoritmos de sensorización y control.

Es por ello que se han definido distintas interfaces orientados a distintas aplicaciones con el propósito de facilitar la programación al usuario, ya sea un usuario final o un desarrollador.

## 2 Descripción de las interfaces

Según el objetivo de la aplicación que se esté evaluando/desarrollando y el tipo de usuario interesa mostrar una información distinta.

En las aplicaciones desarrolladas, partimos del hecho de que en la mayoría de aplicaciones el robot se encuentra en un entorno parcialmente estructurado, es decir, se dispone de un conocimiento previo del entorno con posibilidad de encontrar obstáculos imprevistos.

La información característica a resaltar puede clasificarse en dos vertientes. Por un lado monitorización del estado del vehículo, monitorizar en pantalla las variables de

referencia, (velocidad de consigna y punto objetivo a alcanzar), las variables de movimiento actuales (posición y velocidad) y las lecturas procedentes de los distintos sensores y por otro lado mostrar la información relativa a la tarea que se está llevando a cabo y las distintas posibilidades de actuación sobre el vehículo que se le ofrecen al usuario.

Según el tipo de aplicación, la información a mostrar será distinta y convendrá resaltar más ciertos datos sobre otros.

**Interfaz de monitorización (Figura 2)**

Esta interfaz es exclusivamente informativa y se ha diseñado para monitorizar el estado del vehículo. Es decir monitoriza la posición y velocidad actuales del mismo, la posición y velocidad de referencia, los comandos y tareas en ejecución y en una ventana adicional con la lectura numérica de los sensores de ultrasonidos.

Esta interfaz está orientada hacia un desarrollador, ya que no ofrece posibilidad de actuación sobre el vehículo pero muestra hasta el mínimo detalle la orden concreta que está ejecutando.



Figura 1.- Vehículo autoguiado Robuter II.



Figura 2.- Interfaz de monitorización.



Figura 3.- Interfaz de guiado automático.



Figura 4.- Interfaz de teleoperación.

### **Interfaz de guiado automático (Figura 3)**

Esta es la interfaz de funcionamiento normal del vehículo en la que se muestra al robot ejecutando las tareas en modo automático. Dichas tareas son ordenadas bien desde un planificador en una capa superior, o bien generadas por el propio usuario.

El guiado del robot se realiza combinando dos técnicas de planificación de movimientos, una asociada a métodos globales para establecer los puntos de paso entre el origen y el destino y otra técnica asociada a la planificación locales mediante el uso de campos potenciales artificiales. La monitorización del robot se realiza mostrando la evolución del mismo sobre un plano de la planta. Adicionalmente, la interfaz muestra determinadas variables en la parte inferior.

Desde esta pantalla se puede acceder a las otras dos interfaces: monitorización y teleoperación.

### **Interfaz de teleoperación (Figura 4)**

Este entorno proporciona al usuario una interfaz fácil y amigable que le asiste en el guiado manual del vehículo teleoperado.

En las aplicaciones clásicas de teleoperación el usuario debe mantener una gran concentración sobre los movimientos del vehículo y la información suministrada. Por el contrario en la aplicación desarrollada se han integrado elementos de ayuda al guiado basados en la misma técnicas de guiado desarrolladas para el guiado automático.

La interfaz consta de 3 ventanas en la parte superior (una de visualización por enlace video, otra visualizando información de profundidad del láser y la tercera ofreciendo la información cualitativa sobre ultrasonidos e infrarrojos). La interfaz se complementa con distintos pulsadores y visualizadores así como cuadros de diálogo.



# Dispositivos de entrada de datos 3D en tele-robótica \*

M. Mellado, J.V. Catret, D. Puig

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (DISA)  
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)  
Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (España)  
{martin,jvcatret,dpuig}@isa.upv.es

**Resumen.** En esta contribución se presenta el trabajo en desarrollo para implementar un sistema de evaluación de la eficiencia de los dispositivos de entrada de datos 3D en el campo de la Tele-Robótica. Para ello ha resultado necesario integrar dispositivos de entrada de datos 3D en una aplicación gráfica de guiado, programación y simulación de robots denominada *Virtual Robot Simulator* de forma que se pruebe y evalúe el guiado de los robots con diferentes dispositivos. En concreto, se ha establecido un mecanismo para su generalización basado en una arquitectura software de tipo jerárquico que permite a la aplicación comunicarse con un único y bien conocido dispositivo de entrada abstracto, que resulta independiente del dispositivo físico conectado exteriormente. Una vez se tenga completamente disponible la plataforma de ensayos, se definirán los protocolos y aplicaciones prototipo adecuadas para el análisis de las prestaciones de cada tipo de dispositivos y se analizarán las prestaciones de algunos dispositivos elegidos para la realización de ensayos.  
**Palabras clave:** Tele-Robótica, Dispositivos de Entrada 3D, Realidad Virtual

## 1 Problemática y Objetivos

El término tele-robótica determina la operación en control remoto de un robot separado físicamente del operario y donde existe un tiempo de retardo significativo en la comunicación entre operario y robot. La eficiencia de este tipo de sistemas depende de la habilidad y experiencia en el manejo por el operario. Por tanto es recomendable disponer de dispositivos de entrada que permitan al operario el manejo fácil del robot. Un análisis de las posibilidades de dispositivos típicos de realidad virtual en el campo de la tele-robótica se puede encontrar en [1] y [2] mientras que en [3] y [4] hay estudios empíricos sobre el incremento del rendimiento de los usuarios en entornos tridimensionales. Esta contribución expone un trabajo de investigación en desarrollo orientado a evaluar las prestaciones que pueden ofrecer diferentes dispositivos de entrada de datos 3D para el guiado de robots en el campo de la Tele-Robótica. Para ello, como primer paso se está desarrollando una plataforma de evaluación de prestaciones a la que se puedan integrar diversos dispositivos de entrada de datos 3D.

---

\* Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos PII-UPV Ref. 19990576 y FEDER-CICYT Ref. 1FD97-2158-C04-0x (TAP).



Fig. 1. Virtual Robot Simulator

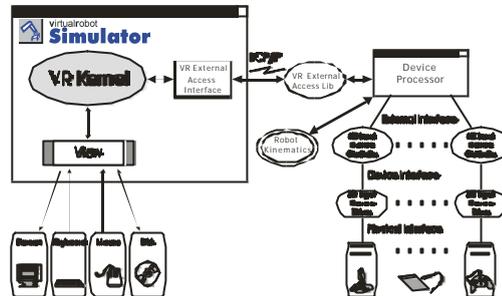


Fig. 2. Integración de Dispositivos

## 2 Plataforma de Evaluación

Como plataforma de evaluación de prestaciones en el campo de la Tele-Robótica se ha utilizado el sistema basado en OpenGL *Virtual Robot Simulator (VRS)* desarrollado el grupo de Tele-Robótica del DISA-UPV [5]. VRS ofrece una interfaz de usuario sencilla y amigable (Fig. 1), lo que reduce notablemente el tiempo de aprendizaje, incluso cuando no se está familiarizado con este tipo de aplicaciones. Esto lo hace idóneo como herramienta para el propósito de evaluación planteado en el estudio.

El proceso que se va a seguir de cara a la realización del estudio de prestaciones de dispositivos de entrada 3D en Tele-Robótica es:

- Integrar los dispositivos en la aplicación VRS mediante una arquitectura software jerárquica (Fig. 2)
- Definir los protocolos de las pruebas, considerando tres aspectos: clase de usuarios, tipo de tareas y forma de evaluar el desarrollo de la tarea
- Definir las aplicaciones prototipos más habituales en Tele-Robótica
- Realizar una serie de pruebas sobre diferentes categorías de usuarios considerando así mismo diferentes tipos de robots
- Analizar las prestaciones ofertadas por diferentes tipos de dispositivos

## Referencias

1. Freund, E., Rokossa, D., Rossman, J.: Intuitive Off-line Programming of Industrial Robots Using VR-Techniques, 15<sup>th</sup> ISPE/IEE Int. Conf. on CAD/CAM, Robotics and Factories of the Future (CARS&FOF'99), Águas de Lindóia, SP, Brazil, (1999)
2. Kheddar, A., Tzafestas, C., Coiffet, P.: The Hidden Robot Concept – High Level Abstraction Teleoperation, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robotics and Systems, IROS'97, pp. 1818-1824, September 7-11, Grenoble, France, (1997)
3. Jacob, R.J.K., Sibert, L.E.: The Perceptual Structure of Multidimensional Input Device Selection, Proc. ACM CHI'92 Human Factors in Computing Systems Conference, pp. 211-218, Addison-Wesley/ACM Press (1992)
4. Hinckley, K., Pausch, R., Goble, J., Kassell, N.: A Survey of Design Issues in Spatial Input, UIST'94, November 2-4, 1994, Marina Del Rey, California, pp. 213-222 (1994).
5. Mellado, M., Catret, J.V., Puig, D. & Vendrell, E.: Sistema Remoto de Programación, Simulación y Monitorización de Robots, Simposio de Ingeniería Eléctrica (SIE' 2001), Santa Clara, Cuba (2001)

# Diseño, implementación y control de un sistema háptico con realimentación sensorial en tele-robótica \*

R. Zotovic<sup>1</sup>, M. Mellado<sup>1</sup>, V. Jornet, J.V. Catret<sup>1</sup>, D. Puig<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (DISA)  
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)  
Camino de Vera, s/n 46022 Valencia (España)  
{rzotovic,martin,jvcatret,dpuig}@isa.upv.es

**Resumen.** En esta contribución se presenta el diseño y la implementación de un prototipo sencillo de sistema háptico con el fin de investigar los requisitos, posibilidades y ventajas de dichos dispositivos para el guiado de robots en el campo de la tele-robótica. Para ello se está implementado un prototipo de palanca de mando que permite mover un robot industrial en un eje vertical, presentando una mayor resistencia del movimiento de la palanca cuanto menor sea la distancia de la herramienta del robot a un obstáculo. En la contribución se muestra la configuración del prototipo y los trabajos en desarrollo y futuros.

**Palabras clave:** Robótica, Sistemas Hápticos, Realimentación Sensorial, Realidad Virtual

## 1 Introducción

Un dispositivo háptico es aquél que es capaz, al realizar el operario una acción sobre él, de realimentarle un valor de resistencia a esa acción (realimentación cinestésica). El valor de resistencia debe representar intuitivamente la oposición verdadera a la tarea asociada al movimiento del dispositivo, independientemente de que esta tarea se realice en el mundo real o un mundo virtual. Estos dispositivos tienen gran importancia en aplicaciones de realidad virtual para el entretenimiento, el entrenamiento y el diseño escultórico. La realidad virtual se está aplicando continuamente en el área de la tele-robótica de cara a mejorar la interacción operario-robot [1] y [2] con aplicaciones típicas en el campo de la tele-medicina [3]. En esta contribución se introduce el diseño y la implementación de un prototipo sencillo de dispositivo háptico para estudiar su aplicación en el campo de la tele-robótica.

---

\* Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos PII-UPV Ref. 19990576 y FEDER-CICYT Ref. 1FD97-2158-C04-0x (TAP).

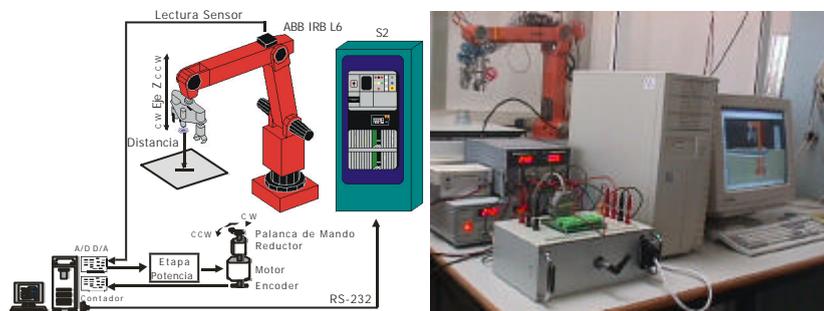


Fig. 1. Esquema del prototipo y foto del sistema

## 2 Prototipo: Estructura, Objetivos y Trabajos Futuros

El prototipo planteado (Fig. 1) en este trabajo se compone de una manivela de mando de un grado de libertad cuyo movimiento debe gobernar la traslación en el eje Z de la herramienta de un brazo articulado (IRB L6 de ABB conectado vía serie al ordenador) que dispone de un sensor de ultrasonidos en su herramienta. El valor que devuelve el sensor, es decir, la distancia a cualquier objeto detectado, se utilizará, tras invertirse, como el esfuerzo que debe vencer el operario para llegar a mover el robot con la manivela de mando. De esta forma, cuando más próximo esté el sensor de un obstáculo, mayor será el esfuerzo que ofrece la manivela de mando. Sobre la manivela se ha instalado un motor de corriente continua a imán permanente con reductor y encoder. Los dispositivos se conectan al ordenador mediante una tarjeta de contadores y otra para las conversiones D/A y A/D. Se ha debido calibrar el coeficiente de rozamiento para que el motor lo venza así como el sensor de distancia.

El software desarrollado controla los dispositivos, dando la salida al motor de la manivela de mando en función de los valores capturados en entrada desde el sensor y desde el encoder acoplado al motor y calculando la acción adecuada.

Este trabajo se enmarca dentro de las actuaciones del grupo de investigación de *Tele-Robótica* del DISA de la UPV en dos proyectos de investigación y se pretende mejorar sus prestaciones ampliando el control a otros ejes de movimiento del brazo-robot e integrando el software en *Virtual Robot Simulator*, un software gráfico e interactivo para la programación off-line y simulación de sistemas multi-robot.

## Referencias

1. Freund, E., Rokossa, D., Rossman, J.: Intuitive Off-line Programming of Industrial Robots Using VR-Techniques, 15<sup>th</sup> ISPE/IEE Int. Conf. on CAD/CAM, Robotics and Factories of the Future (CARS&FOF'99), Águas de Lindóia, SP, Brazil, (1999).
2. Kheddar, A., Tzafestas, C., Coiffet, P.: The Hidden Robot Concept –High Level Abstraction Teleoperation, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robotics and Systems, IROS'97, pp. 1818-1824, September 7-11, Grenoble, France, (1997).
4. Muñoz, V.F., Gómez, J., Fernández, J., García, A.: Aplicaciones médicas de un Robot Manipulador: Diagnóstico y Cirugía, XX Jornadas de Automática, Salamanca (1999).

## **JRF: herramienta para la simulación y programación de robots**

J. L. Gómez<sup>1</sup>, I. Álvarez<sup>1</sup>, F. J. Blanco<sup>1</sup>

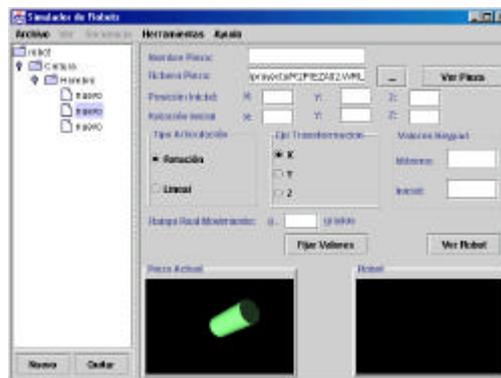
<sup>1</sup> Dpto. Informática y automática. Universidad de Salamanca  
Plaza de la Merced s/n. Salamanca. SPAIN  
[jblanco@abedul.usal.es](mailto:jblanco@abedul.usal.es), [inavia@gugu.usal.es](mailto:inavia@gugu.usal.es)

**Resumen.** En este póster presentamos una herramienta software diseñada para su utilización en cursos de aprendizaje y entrenamiento con estructuras robóticas [2][3][9]. El objetivo fundamental que se pretende cubrir es proporcionar a usuarios no experimentados en robótica la posibilidad de construir y simular gráficamente el comportamiento de robots complejos dentro de un entorno de trabajo totalmente configurable. En su diseño e implementación se han tenido en cuenta tres principios fundamentales: flexibilidad, portabilidad y facilidad de uso. Se ha prestado una especial atención a la manera de presentar la construcción de los robots, siendo esta muy sencilla y flexible, disponiendo de absoluta libertad en cuanto al número y tipo de articulaciones y la forma de los elementos que los componen. De esta manera se pueden introducir descripciones de robots reales, o incluso diseños experimentales [5], cuyo comportamiento podrá ser estudiado mediante la simulación de los movimientos. Para ello incluye la posibilidad de generar secuencias de movimientos que pueden ser ejecutadas por la estructura robótica construida. Dichas secuencias no se limitan a simples movimientos sino que existe la posibilidad de introducir saltos condicionales e incondicionales dentro de la propia secuencia, lo que permite la creación de bucles, estructuras de decisión, etc. El robot simulado puede disponer de una interfaz de entrada/salida cuyo comportamiento también se simula y servirá para la comunicación del robot con el entorno. Para conseguir un mayor grado de realismo de los escenarios simulados, se pueden cargar entornos virtuales que representan el entorno de trabajo del robot. Además el usuario podrá navegar por el citado entorno utilizando las teclas de cursor, permitiendo un cambio del punto de vista de la escena sencillo e intuitivo. Tanto los diferentes elementos que forman los robots como los obstáculos que pueden aparecer en el entorno se construyen a partir con ficheros VRML[1], por lo que se pueden conseguir robots y entornos totalmente realistas. Este formato está ampliamente extendido y es soportado por la mayoría del software de creación 3D. En cuanto al entorno de desarrollo se ha elegido Java y Java 3D [6] lo que garantiza uno de los principios fundamentales ya comentados, la portabilidad, además de facilitar la construcción de una interfaz de usuario intuitivo y común en todas las plataformas donde se ejecute.

## 1. Descripción de la aplicación

La aplicación puede ejecutarse en dos modos claramente diferenciados, pudiéndose pasar de uno a otro en cualquier momento durante la ejecución. Los dos modos de ejecución son los siguientes:

- Creación de robots: La ventana principal proporciona las herramientas necesarias para el diseño de diferentes estructuras. La ventana está dividida en tres áreas básicas: una a la izquierda que contiene el árbol de la estructura del robot, otra en la parte superior derecha para configurar los diferentes parámetros de las piezas y la parte inferior derecha que contiene dos ventanas para la visualización de los objetos 3D, como se puede observar en la Fig. 1.



**Fig. 1.** Entorno de Diseño de JRF.

- Representación y movimientos del robot: La ventana principal aparece en modo de simulación permitiendo tanto la interacción directa con el robot, pudiéndose mover sus articulaciones, y la generación y ejecución de secuencias. Para ello aparecen varios cuadros de diálogo en los que se controla: configuración de cada una de las articulaciones, valores de la interfaz de entrada salida del manipulador y la secuencia de pasos del programa de movimientos. De manera que las diversas funcionalidades quedan accesibles de manera independiente, con el aspecto que se puede apreciar en la Fig. 2.

## 2. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una herramienta software para su utilización en labores de entrenamiento en entornos robóticos. La utilización de entornos gráficos avanzados consigue realizar simulaciones realistas tanto de los robots como de los entornos y permite al usuario alcanzar un conocimiento profundo de diferentes aspectos de la robótica: programación de robots, cálculos cinemáticos, evitación de obstáculos, etc.

Con JRF el usuario puede experimentar con infinidad de estructuras robóticas, del mismo modo que puede construir sus propios robots personalizados. Además, permite navegar por el espacio para disponer de cualquier punto de vista. Por tanto, constituye una herramienta de gran interés que sirve como plataforma segura y muy intuitiva para el aprendizaje de diferentes aspectos de la robótica.

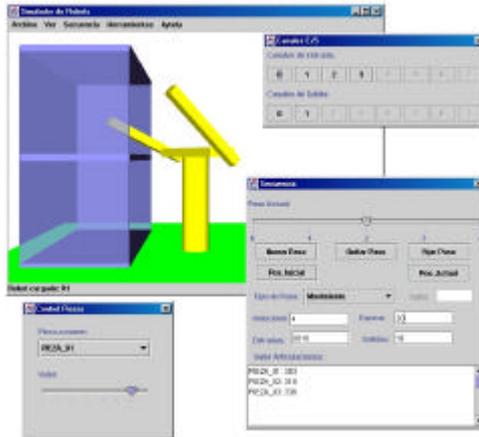


Fig. 2. Programación de secuencias.

### 3. Referencias

- [1]Rick Carey and Gavin Bell, "The Annotated VRML97 Reference", Addison-Wesley, (1997-1999).
- [2]Ivan A. Navia, A.F. Zazo-Rodríguez, M. Zorita López, "SIMUROB: A Graphic Simulator for Robotic Sequence Programming", Proceedings of the IASTED International Conference, pp. 36- 39 (1994).
- [3]Tzivi Raz, "Graphics Robot Simulator for Teaching Introductory Robotics", IEEE Transactions on Education, Vol.32, No.2, pp. 153-159 (May 1989).
- [4]Mark Segal, Kurt Akeley, "The Open GL® Graphics System: A Specification (Version 1.2)" Silicon Graphics, Inc. (1998).
- [5]Mark W. Spong y M. Vidyasagar, "Robot Dynamics and Control", John Wiley & Sons (1989).
- [6]Sun Microsystems, "The Java 3DTM API Specification, Version 1.2" (April 2000).
- [7]TecQuiment, "MA 200 Robot; Operator's Manual", TQ.
- [8]Alan Watt, "3D Computers Graphics", Addison-Wesley, 2ª ed. (1993)
- [9]Robert B. White, R.K. Read, M.W. Koch, R.J. Schilling, "A graphics Simulator for a Robotic Arm", IEEE Transaction on Education, Vol. 32, No. 4, pp. 417-429 (November 1989).



---

---

## LISTA DE AUTORES

---

---



## Lista de autores

Abascal, J.	19, 27, 173	García, S.	235, 245, 255
Aedo, I.	73, 173	García-Serrano, A. M <sup>a</sup>	195
Aguiló, C.	285	Gardeazabal, L.	19, 27
Agustí, M.	93	Gayo, D.	445
Alamán, X.	443	Gea, M.	173, 335, 345
Alcantud, F.	45	Gil, A. B.	127,205,273,419,435, 439
Alonso, N.	357	Gil, I.	401
Álvarez, I.	463	Gómez, J. L.	463
Amaya, C.	9	Gómez, J.	375
Amthauer, E.	297	González, L.	447
Antolí, A.	99, 109	González, M.	235, 245, 255
Ávila, V.	45	González, M.	375
Baermann, T.	93	González, P.	323
Baeta, I.	451	Guevara, A.	261, 381
Balaguer, A.	285, 357	Gutiérrez, F. L.	335, 345
Barquier, P.	99	Haya, P.	443
Benloch, J. V.	93	Hernández, C.	419, 435, 439
Blanco, F. J.	463	Hernández, J. A.	423, 429
Bori, S.	357	Hernández, J.	313
Borrego, I.	423, 429	Hernández, M. J.	423, 429
Bravo, C.	61, 161	Hernández, R.	297
Bravo, J.	61, 161	Hilera, J. R.	185
Cagigas, D.	19, 27	Jiménez, J.	151
Calle, J.	313	Jornet, V.	461
Cañas, J. J.	99, 109, 173	Junyent, E.	357
Carrillo, A. L.	261	Labra, J. E.	445
Carro, R. M.	141	Lafuente, A.	357
Castells, P.	225	Lainez, M. V.	83
Castillo, A.	99	Linares, A.	9
Catret, J. V.	459, 461	López, B.	445
Coma, I.	369	López, J. B.	357
Cortázar, R.	83	López, R.	127
Cotobal, J. A.	217	Lorés, J.	173, 285, 357
Cueva, J. M.	235, 245, 255	Lozano, M <sup>a</sup> D.	323
Curto, B.	205, 423, 429	Macías, J. A.	225
Darío, R.	401	Macías, M.	33
Díaz, F.	9	Márquez, P.	55
Díaz, P.	73	Martínez, F.	273
Enciso, M.	303	Martínez, J. J.	411
Fajardo, I.	99	Martínez, M.	391
Falgueras, J.	261, 381	Martínez, P.	195
Farrán, Y.	297	Martínez, T.	419, 435, 439
Fernández, E.	375	Mellado, M.	459, 461
Fernández, M.	369	Montandon, L.	211
Ferré, G.	357	Montoro, G.	443
Frias, J. M.	303	Moral, E. del	235, 245, 255
Gálvez, S.	261	Moreno, Á. M <sup>a</sup>	127, 205
Gallego, B.	211	Moreno, M <sup>a</sup> N.	217, 429
Gámez, P.	99	Moreno, R.	451
Garay, N.	19, 27	Moreno, V.	423
García, A.	313	Muñoz, D.	357
García, E.	185, 411	Muñoz, G.	73
García, F. J.	127, 205, 273, 423, 429	Muñoz, J. M.	447
García, J.	127, 205	Nava, F. J.	391

Navarro, R. I.	401	Salmerón, L.	99
Oliver, J.	83	Sánchez, Á.	419, 435, 439
Ortega, M.	61, 161, 173	Sánchez, F.	33
Palacios, J.	39	Sánchez, G.	273
Paredes, J.	39	Sánchez, J. M.	273
Paredes, M.	161	Sánchez, M.	369
Pareja, I.	119	Sánchez-Villalón, P. P.	161
Paternò, F.	5	Sassen, A.-M.	211
Paz, R.	9	Schorwer, J.	297
Pizá, R.	451, 455	Sendín, M.	285, 357
Polo, M <sup>a</sup> . J.	217	Sicilia, M. A.	185, 411
Prior, V.	273	Sieckenius de Souza, C.	3
Puig, D.	459, 461	Tartera, E.	357
Pulido, E.	141	Therón, R.	205
Ramos, I.	323	Tornero, J.	451, 455
Redondo, M. A.	61, 161	Toro, M.	375
Rodas, Á.	39, 55	Torreblanca, J.	419, 435, 439
Rodríguez, M. A.	9	Valero, P. M.	119
Rodríguez, P.	141	Valero, P.	173
Romera, I.	151	Velez, M.	109, 173
Romero, R.	45	Whitehead, J.	211
Rossi, C.	303	Young, F. W.	119
Rueda, S.	369	Zotovic, R.	461



Ediciones Universidad  
**Salamanca**



*Interacción'2001*