

## *DEI Lab (Interactive Systems Group), UC3M*

**Telmo Zarraonandia<sup>1</sup>, Paloma Díaz<sup>2</sup>, Ignacio Aedo<sup>3</sup>**

Departamento de Informática, Universidad Carlos III de Madrid  
Avda. de la Universidad, 30  
28911 Leganés - Madrid - España  
{<sup>1</sup>tzarraon, <sup>2</sup>pdp} @inf.uc3m.es, <sup>3</sup>aedo@ia.uc3m.es

**Resumen:** Se presenta el grupo de investigación DEI (Interactive System Group), de la UC3M. Sus líneas principales de investigación son los sistemas hipermedia para la educación, la ingeniería de la Web e hipermedia y los nuevos paradigmas de interacción hombre-máquina (HCI).

**Palabras clave:** sistemas hipermedia para la educación, ingeniería de la Web, HCI.

**Abstract:** The DEI group (Interactive System Group) from UC3M is presented. The main research lines of DEI are hypermedia systems for education, Web Engineering and hypermedia and the new Human-Computer Interaction (HCI) paradigms.

**Key words:** hypermedia systems for education, Web Engineering, HCI.

### 1. Presentación

El grupo DEI Lab (Interactive Systems Group) del Departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid se fundó en el año 1995 y está dirigido por la catedrática Paloma Díaz. En la actualidad cuenta con un total de 25 integrantes de los cuales 7 de ellos son doctores y 14 estudiantes de doctorado.

A lo largo de su historia el grupo ha desarrollado su actividad investigadora en distintas áreas principalmente relacionadas con la Web, el acceso a la información y los sistemas interactivos. Los principales dominios de aplicación de sus contribuciones han sido por una parte el área de la educación, y por otra la preparación y gestión de situaciones de emergencia.

En cuanto al primero caben destacar entre las aportaciones realizadas distintos sistemas adaptativos hipermedia para el aprendizaje, métodos de desarrollo de material didáctico, videojuegos educativos y sistemas de *m-learning* para el aprendizaje de lenguas extranjeras [Romero et al. 10].

En lo referente al área de emergencias se han desarrollado tanto sistemas que prestan servicio a los actores involucrados en la respuesta a la emergencia, como por ejemplo sistemas web para la gestión de información ARCE ([Gómez et al. 06], SIGAME [Montells et al, 06]) o comunicación (RemaWeb), como aplicaciones para mejorar la cooperación y comunicación entre los propios ciudadanos (eStories [Bellucci et al. 10]). En las siguientes secciones detallamos algunas de estas aportaciones.

### 2. Sistemas hipermedia para la educación

Los sistemas hipermedia organizan la información multimedia en una serie de unidades conceptuales, habitualmente llamadas nodos, que están relacionadas por medio de enlaces navegables que hacen posible la libre exploración del espacio de información por parte de los usuarios.

Constituyen una evolución de los sistemas hipertexto que aparecieron a lo largo de la década de los sesenta, y en la actualidad se han convertido en una tecnología

madura de la cual los sistemas web se consideran como un subconjunto.

A lo largo de la década de los 90 el grupo de investigación realizó varios desarrollos de aplicaciones hipermedia que permitieron explorar e investigar las posibilidades que este tipo de sistemas entre los cuales caben destacar los entornos de aprendizaje hipermedia CESAR, NOW-Graduado y CIPP.

### **2.1 CESAR**

CESAR [Aedo et al. 95] es un entorno de aprendizaje hipermedia destinado a ayudar a niños con deficiencias auditivas a conseguir la competencia necesaria en los lenguajes gestual y escrito.

Este sistema inicia al niño en la estructura de un relato y le proporciona la experiencia necesaria mediante el uso de libros e historias. El modelo de sistema educativo adoptado está conformado por tres componentes básicos: una biblioteca de libros, un conjunto de elementos periféricos y los estilos de aprendizaje del usuario.

El eje central de la aplicación son los libros que se encuentran en una biblioteca (o librería) y que están compuestos por un relato y un conjunto de entrenamientos. Los entrenamientos se organizan como ejercicios que pertenecen a una determinada categoría y que se resuelven siguiendo una estrategia que se adapta a las necesidades marcadas por el estilo de aprendizaje del alumno.

Como herramientas externas se incluyen un diccionario y un cuaderno personal, en el que cada niño puede pegar aquellas cosas que desee o crear otras nuevas haciendo uso de un estuche.

### **2.2 NOW-Graduado**

Now-Graduado [Aedo et al. 97] es una aplicación hipermedia que se desarrolló en el año 1997 con el fin de ayudar a adultos a adquirir los conocimientos fundamentales del Graduado Escolar.

Se trata de un sistema híbrido, en el que el componente principal es un CD con los contenidos del curso pero que además usa unos archivos almacenados en el ordenador del usuario en los que

se registraba la actividad de éste con el fin de saber qué había hecho en las sesiones precedentes y así poder actuar en consecuencia.

El contenido educativo era organizado a través de una serie de módulos compuestos de lecciones, donde cada lección incluía explicaciones teóricas, ejemplos visuales y ejercicios interactivos que permiten a los estudiantes verificar la adquisición del conocimiento.

Con el fin de conseguir que el estudio de la materia fuese más ameno, el contenido didáctico combinaba distintos tipos de recursos, como video, animaciones e imágenes, y proporcionaba varios tipos de enlaces entre conceptos y explicaciones con los que se perseguía facilitar la navegación y acceso a la información.

### **2.3 CIPP**

CIPP [Aedo et al. 2000] es un libro electrónico hipermedia para la Web desarrollado en 1996 con el fin de facilitar el aprendizaje del lenguaje de programación PASCAL. Fue distribuido como CD-ROM y publicado por McGraw-Hill Interamericana (ISBN 84-481-1200-8).

El sistema trataba de proveer soporte a la adquisición de conocimiento tanto factual como procedimental en la materia a través de una estructura de hipertexto en la que se incluían actividades interactivas, herramientas de anotación y mecanismos de autoevaluación. La utilidad de CIPP como recurso educativo fue evaluada y corroborada a lo largo de un curso de 37 horas y 8 días de duración en el participaron 19 estudiantes.

## **3. Ingeniería de la Web y Sistemas Hipermedia**

Una de las líneas de trabajo donde el grupo ha sido más activo en los últimos años ha sido en el de la ingeniería de la Web, y más en general de los sistemas hipermedia.

Al igual que cualquier otro tipo de sistema software, el diseño y desarrollo de tipo de sistemas requiere el empleo de un método sistemático y bien definido, si bien los métodos y técnicas propios de la ingeniería

del software no son directamente aplicables a este dominio, puesto que no recogen los aspectos estéticos y cognitivos de los mismos [Nanard et al. 95] que, además, suelen ser desarrollados siguiendo un proceso muy iterativo y progresivo [Lowe et al. 98].

Así pues, se hace necesario el empleo de métodos y técnicas específicamente desarrolladas para estas tecnologías que respondan a la necesidad de contar, por ejemplo, con mecanismos para modelar sofisticadas estructuras de navegación, comportamientos interactivos o interfaces con aplicaciones externas.

Entre los distintos trabajos que el grupo ha desarrollado en este área caben destacar el método Ariadne de ingeniería para sistemas hipertexto y Web, el framework MODUWEB para el desarrollo basado en modelos de sistemas web diseño modular de sistemas web, y el sistema de creación colaborativa de materiales educativos MD2.

### 3.1 Ariadne Development Method

Ariadne Development Method (ADM) [Díaz et al. 01a; Díaz et al. 05a] es un método de ingeniería que plantea un proceso sistemático, integrador e independiente de la plataforma de implementación para modelar y evaluar aplicaciones y sistemas hipertexto.

Por un lado, el modelo de proceso es iterativo y centrado en el usuario con objeto de mejorar la usabilidad de las aplicaciones resultantes. Por otro, establece un conjunto de fases en las que se deben generar una serie de productos mediante los cuales se tienen en cuenta todas las características del sistema, ya sean de navegación, estructurales, de presentación, de interacción, de acceso o de funcionamiento.

Tres aspectos clave de ADM son: incluir productos para diseñar las características propias de los contenidos multimedia, ofreciendo la posibilidad de especificar relaciones espacio-temporales, abordar el modelado de requisitos funcionales, tanto de los relacionados con las capacidades de navegación como de otros servicios complejos; y finalmente, soportar el modelado de usuarios y de políticas de acceso.

ADM cuenta con una herramienta de automatización, AriadneTool (Figura 1), con la que se pueden generar prototipos a partir de los productos del diseño.

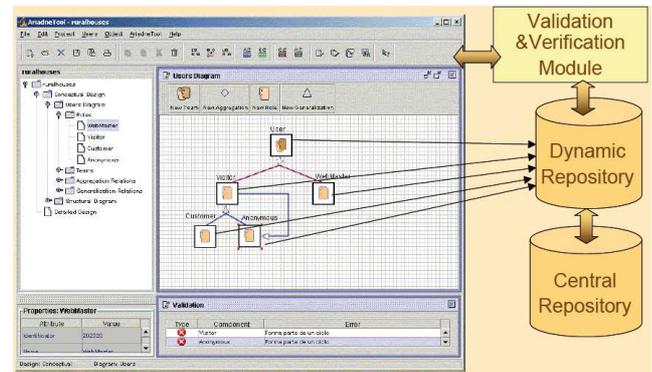


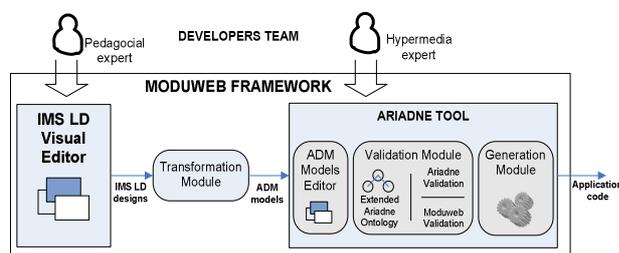
Figura 1. Captura de pantalla de la herramienta AriadneTool

### 3.2 MODUWEB

El marco de trabajo MODUWEB [Díaz et al. 09a] (Figura 2) propone una solución integradora para el desarrollo de sistemas web que toma en consideración los meta-modelos pertenecientes a los diversos dominios que este tipo de sistemas involucra.

En concreto, propone la combinación de tres meta-modelos específicos de dominio o perspectivas de diseño: uno orientado a especialistas en el dominio y a usuarios, y que a modo de ejemplo ha sido restringido al área de la tele-educación (p.ej. IMS LD [Koper and Manderveld, 04]); un meta-modelo de hipertexto/web que proporciona el marco de diseño software (p.ej. Labyrinth [Díaz et al. 01b], WebML [Ceri et al. 00], WSDM [Troyer et al. 98], OO-METHOD [Pastor et al. 97], etc.); y un tercer meta-modelo con conceptos de ingeniería de usabilidad para diseñar la interfaz de usuario y la interacción con el sistema (p.ej. GOMS [Card et al. 83], OAI, etc.).

La idea es que cada miembro del equipo de desarrollo se exprese con herramientas propias de su área de conocimiento para optimizar su productividad y, a su vez, las distintas perspectivas se integren de manera automática en una única representación formal para garantizar la integridad y la consistencia del diseño final. La Figura 2 muestra la arquitectura del sistema final desarrollado siguiendo el enfoque MODUWEB.



**Figura 2.** Arquitectura del marco de trabajo MODUWEB

Para dar soporte al modelado del proceso educativo se desarrolló una herramienta visual de autoría de unidades de aprendizaje especificadas mediante IMS LD llamada LDCake [Zarraonandia et al. 09].

Por otro lado, la herramienta AriadneTool permita al experto en hipertexto la manipulación del sistema hipertexto resultante de la transformación teniendo en cuenta los requisitos específicos de su perspectiva de diseño, como la usabilidad del sistema, su accesibilidad.

Antes de llevar a cabo la generación del código se lanza un proceso de validación que comprueba que el diseño final del sistema hipertexto sigue correspondiéndose con el inicial llevado a cabo mediante IMS LD.

### 3.3 MD2

En la última década hemos vivido un espectacular aumento de uso de herramientas de aprendizaje soportado mediante ordenador que se ha debido en parte a la necesidad de proporcionar soporte a todos los niveles al aprendizaje en modalidad *lifelong learning*, y en parte a las posibilidades ofrecidas por Internet como plataforma de distribución de material educativo para soportar el acceso al mismo en cualquier momento y cualquier lugar.

El proyecto MD2 [Padrón et al. 05] trató de responder a las necesidades derivadas de este aumento mediante la extensión de ciertos estándares de objetos de aprendizaje ya existentes para permitir incorporar conceptos como ontologías y adaptación al contexto, la definición de un método para la creación colaborativa de contenidos de aprendizaje, y la especificación de un marco de evaluación que

permitiese probar la usabilidad y utilidad de las aplicaciones educativas desarrolladas.

Tanto las distintas etapas del método de creación como las del marco propuesto para la evaluación del material son soportadas mediante distintos conjuntos de descriptores que relacionan descripciones técnicas de alto nivel de diversos estándares de eLearning con otras más simples y cercanas a los miembros del equipo de desarrollo.

## 4. Nuevos paradigmas de interacción y videojuegos educativos

Otra de las áreas a las que el grupo ha prestado una especial atención a lo largo de su historia ha sido el de la interacción hombre-máquina, y dentro de esta área y más específicamente, las nuevas formas de interacción que van apareciendo como consecuencia de la sucesión de avances tecnológicos, y sus posibilidades de uso y aplicación.

Dentro de este campo caben destacar los trabajos realizados por el grupo en el campo de las interfaces tangibles y en su aplicación al área de los videojuegos educativo, campo en el que, por otra parte, el grupo está siendo especialmente activo en los últimos años.

### 4.1 Interfaces tangibles

Las interfaces tangibles (tangible bits o tangible interfaces) se basan en el aumento computacional del entorno físico con el fin de encontrar formas de combinar información digital con superficies y objetos comunes y conseguir una interacción entre persona e información intuitiva y natural.

Con el fin de explorar y analizar las posibilidades ofrecidas por esta técnica para el campo de la educación se ha desarrollado un juego para niños (Figura 3) del tipo de reconocimiento de patrones que persigue el entrenamiento de este tipo de habilidades en el jugador.

En el juego el programa proporciona al niño la descripción de una determinada pieza y éste debe escoger de entre todas las disponibles en una caja aquella cuyo color, forma, material y tamaño se corresponde a la descripción proporcionada, y

colocarla en una determinada superficie enfocada por un cámara web. A partir de la captura de imagen proporcionada por la cámara el programa evaluará si la pieza seleccionada es correcta e informará al niño del acierto o fallo en la tarea. El juego ha sido desarrollado mediante la librería de código abierto Trackmate [Kumpf 09] y se ha llevado a cabo una evaluación pre-liminar con niños con resultados muy positivos [González et al. 12].

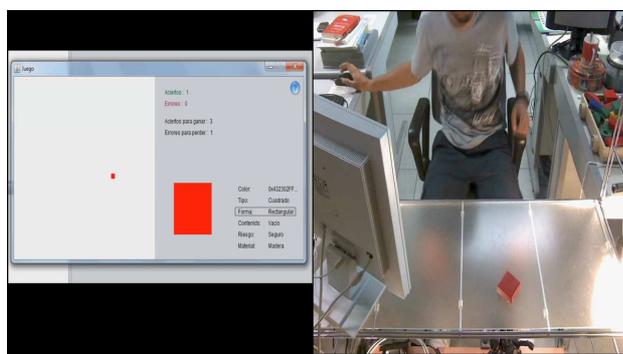


Figura 3. Juego de reconocimiento de patrones mediante interfaces tangibles.

## 4.2 Videojuegos educativos

El principal objetivo del proyecto URThey es explorar el uso de herramientas basadas en la web 2.0 y en paradigmas de interacción avanzados para fomentar la preparación ante las emergencias de comunidades, formales o no, así como la cooperación y comunicación durante la fase de respuesta.

Parte de dicho objetivo se centra en mejorar la preparación de los niños ante los riesgos más habituales, para lo cual se plantea el desarrollo de juegos sociales on-line de situación o simulación.

Con este fin se ha desarrollado el juego on-line multi-jugador “Safety Villages” (Figura 4) [Ruíz et al. 12], en el cual los niños desplazan sus avatares a través de un mundo virtual que se encuentra dividido en varios pueblos cada uno de los cuales contiene un conjunto de mini-juegos para el entrenamiento de distintas habilidades relacionadas con la respuesta en emergencia, como la identificación de riesgos, el aprendizaje de la correcta acción a tomar en cada

caso o la identificación de las señales que indican una ruta de evacuación.

El proceso de diseño de los juegos ha sido guiado por el modelo conceptual presentado en [Zarraonandia et al. 2011], y llevado a cabo utilizando técnicas de co-diseño con niños.



Figura 4. Captura de pantalla del juego “Safety Village”

## 5. Principales referencias

A continuación se detallan algunas de las principales referencias de las contribuciones del grupo:

- [Aedo et al. 95] I. Aedo, N. Catenazzi y R. Calzada. ‘Electronic Stories for Deaf Children in a Hypermedia Environment (CESAR)’. Actas de ED-MEDIA 95. Graz (Austria). Junio. Págs. 63-68 (1995).
- [Aedo et al. 97] I. Aedo, P. Díaz, F. Panetsos, M. Carmona, S. Ortega and E. Huete. ‘A hypermedia tool for teaching primary school concepts to adults’, in IFIP WG 3.3 Working Conference Human Computer Interaction and Educational Tools, p. 180-188. Sozopol, Bulgaria. May, (199).
- [Aedo et al. 00] I. Aedo, P. Díaz, C. Fernández, G. Muñoz and A. Berlanga. ‘Assessing the utility of an interactive electronic book for learning the Pascal programming language’, in IEEE Transactions on Education. 43 (4), p. 403-413. (2000)
- [Aedo et al. 04] I. Aedo, P. Díaz, M. Á. Sicilia, A. Colmenar, P. Losada, F. Mur, M. Castro y J. Peire, ‘Sistemas multimedia: análisis, diseño y evaluación’, Editorial UNED, 2004

- [Aedo et al. 09] I. Aedo, P. Díaz, J. M. Carroll, M. B. Rosson and Gregorio Convertino: 'End-user oriented strategies to facilitate Multi-Organizational adoption of Emergency Management Information Systems', in *Journal of Information Processing and Management*. 2009.
- [Bellucci et al. 10] A. Bellucci, A. Malizia, P. Díaz and I. Aedo, 'Framing the design space for novel crisis-related mashups: the eStoryS example', in *Proceedings of the 7th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM 2010)*. Vol. 1, p. 1-10. 2010.
- [Díaz et al. 01a] P. Díaz, I. Aedo and S. Montero 'Ariadne, a development method for hypermedia', *Dexa 2001*, Munich, 4-6 September, LNCS 2113, pp. 764-774, 2001
- [Díaz et al. 01b] P. Díaz, I. Aedo, and F. Panetsos. 'Modeling the dynamic behavior of hypermedia applications'. *IEEE TSE*, 27(6):550-572, 2001
- [Díaz et al. 04] P. Díaz, S. Montero and I. Aedo, 'AriadneTool: Automating the Development of Hypermedia and Web Applications', in *ERCIM News 58*, Special Issue on Automate Software Engineering, 2004.
- [Díaz et al. 05a] P. Díaz, S. Montero and I. Aedo, 'Modelling hypermedia and web applications: the Ariadne development method', in *Information Systems*, 30 (8), p. 649-673. 2005
- [Díaz et al. 05b] P. Díaz, S. Montero and I. Aedo, 'Ingeniería de la web y patrones de diseño', Editorial Pearson Educación, 2005
- [Díaz et al. 09a] P. Díaz, E. Guerra, T. Zarranandia, I. Aedo and C. L. Padrón: "A meta-modeling based approach for the multi-disciplinary design of web educational systems", in *Journal of Universal Computer Science*. 15 (7), p. 1440-1454. 2009.
- [Díaz et al. 09b] P. Díaz, M. B. Rosson, I. Aedo and John M. Carroll: 'Web Design Patterns: Investigating User Goals and Browsing Strategies. IS-EUD', in *LNCS 5435*, p. 186-204. 2009
- [Díaz et al. 11] P. Díaz, E. Giaccardi and I. Aedo: 'Rethinking Education in a Changing World: Toward a Curriculum for Digital Living', in *ACM Interactions*, p. 64-68. 2011. (18:4 (July + August 2011))
- [Díez et al. 09] D. Díez, P. Díaz, A. Malizia, I. Aedo, C. Fernández and J. M. Doderó, 'A methodological approach to encourage the Service-Oriented Learning Systems development', in *Educational Technology and Society*, 12(4), p. 138-148. 2009.
- [González et al. 12] C. González, D. Díez, P. Díaz, I. Aedo, 'Instinctive Game Environment: Exploring the Application of Natural Interfaces for Supporting Game-based Learning'. To be published in the proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT) Rome, Italy, July, 2012
- [Gómez et al. 06] P. Gómez, I. Aedo, F. Sainz and P. Díaz: "m-ARCE: Designing a Ubiquitous Mobile Office for Disaster Mitigation", in *ISCRAM*. Newark, USA. 2006.
- [Montells et al. 06] L. Montells, S. Montero, P. Díaz, I. Aedo and J. de Castro, 'SIGAME: Web-based system for resources management on Emergencies', in *ISCRAM*, USA. 2006.
- [Olsen et al. 10] K. Olsen and A. Malizia, 'Following Virtual Trails', in *IEEE Potentials magazine*, Vol. 29, n.1, p. 24-28. 2010
- [Padrón et al. 05] C. L. Padrón, J. M. Doderó, P. Díaz and I. Aedo: "The Collaborative Development of Didactic Materials", in *Computer Science and Information Systems*, ISSN, Vol. 2 (2), p. 1820-0214, 2005
- [Romero et al. 10] R. Romero, T. Zarranandia, P. Díaz and I. Aedo, 'Designing Usable Educational Material For English Courses Supported By Mobile Devices', in *Proceedings of International Workshop on Enabling User Experience with Future Interactive Learning Systems (UXFUL)*. 2010.
- [Ruíz et al. 12] M.R. Ruíz, T. Zarranandia, P. Díaz and I. Aedo, 'Safety Villages: a computer game for raising children's awareness of risks' To be published in proceedings of *Intelligent Human Computer Systems for Crisis Response and Management*, ISCRAM. Vancouver, Canada. April 2012

- [Zarraonandia et al. 06] T. Zarraonandia, J. M. Dodero and C. Fernández, 'Crosscutting Runtime Adaptations of LD Execution', in *Educational Technology & Society*, ISSN 1176-3647, vol 9 (1), p. 123-137. 2006.
- [Zarraonandia et al. 09] T. Zarraonandia, E. Guerra, P. Díaz and I. Aedo, 'LDCake: A visual editor of Units of Learning', in *Proceedings of IADIS International Conference of Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA)*, pp. 3-9, 2009
- [Zarraonandia et al. 11] T. Zarraonandia, P. Díaz, I. Aedo and R. M. Ruíz, 'Seeking Reusability of Computer Games Designs for Informal Learning', in *Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Athens (Georgia), USA, July 2001
- [Ceri et al. 00] S. Ceri, P. Fraternali, and A. Bongio. 'Web modeling language (webml): a modeling language for designing web sites'. *Computer Networks*, 33(1-6):137-157, 2000
- [Koper and Manderveld, 04] E. J. R. Koper and J. M. Manderveld. 'Educational modelling language: modelling reusable, interoperable, rich and personalised units of learning'. *British Journal of Educational Technology*, 35(5):537-552, 2004
- [Kumpf, 09] A. Kumpf, 'Trackmate: Large-Scale Accessibility of Tangible User Interfaces' (2009)
- [Lowe and Webby, 98] D. Lowe, and R. Webby, 'The impact process modelling project work in progress.' 1st International Workshop on Hypermedia Development. *HYpertext'98*, Pittsburgh, PA, USA, June 20-24, 1998

[Nanard and Nanard, 95] J. Nanard and M. Nanard, 'Hypertext design environments and the hypertext design process', *Comm. of the ACM*, 38(8), 49-56 (1995)

[Troyer and Leune, 98] O. M. F. De Troyer and C. J. Leune. 'WSDM: a user centered design method for Web sites' *Computer Networks and ISDN Systems*, 30(1-7), 85-94, 1998

[Pastor et al, 97] O. Pastor, E. Insfrán, V. Pelechano, J. Romero, and J. Merseguer. 'OO-METHOD: An OO software production environment combining conventional and formal methods'. In *CAiSE*, volume 1250 of LNCS, 145-158. Springer, 1997

### Agradecimientos

Los autores del artículo desean expresar su agradecimiento a los integrantes actuales y pasados del grupo de investigación DEI.

### Referencias

[Card et al, 83] S. K. Card, T. P. Moran, and A. Newell. 'The psychology of human-computer interaction'. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1983