

Adaptación al Usuario en Sistemas Hipermedia: El Modelo SEM-HP

Nuria Medina-Medina* Lina García-Cabrera** M^aJosé Rodríguez-Fortiz* José Parets-Llorca*

*Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos.
E.T.S. Ingeniería Informática. Universidad de Granada.
Avda. Andalucía, 38. 18071 – GRANADA (Spain)
Tel. +34 958240634
nmedina@ugr.es mjfortiz@ugr.es jparets@ugr.es

**Departamento de Informática.
E.P.S. Universidad de Jaén.
Avda. Madrid, 35 – JAEN (Spain)
Tel. +34953002475
lina@ujaen.es

Abstract

En este artículo se presenta una clasificación de los sistemas hipermedia adaptativos revisados en la literatura científica. Las ventajas e inconvenientes de estos sistemas son analizadas y como consecuencia se argumenta y discute la necesidad de dotar a dichos sistemas de una capacidad de evolución completa. Finalmente se describe como la adaptación al usuario típica de los sistemas hipermedia adaptativos es realizada en SEM-HP: Un modelo sistémico, evolutivo y semántico para el desarrollo de sistemas hipermedia adaptativos.

Palabras Clave

Sistema Hipermedia, Adaptación al Usuario, Evolución, SEM-HP

1. Una Taxonomía de Sistemas Hipermedia Adaptativos

Los sistemas hipermedia adaptativos (SHA) surgen con el propósito de mejorar la usabilidad de los sistemas hipermedia tradicionales. La mayoría de ellos consiguen facilitar la actividad del usuario, haciendo que el sistema se ajuste a determinadas características de éste. El diseño de un sistema hipermedia adaptativo plantea cuatro cuestiones relativas a la adaptación:

- *¿Qué?* Cual es la funcionalidad del sistema susceptible de adaptación.
- *¿A qué?* A las características de quién o qué se ajusta el sistema.
- *¿Cómo?* Que técnicas y métodos utiliza el sistema para producir la adaptación.
- *¿Cuándo?* En que momento durante el funcionamiento del sistema se produce la adaptación.

En función de las decisiones tomadas en cada una de las preguntas, el autor diseña los componentes del sistema hipermedia adaptativo. Siguiendo De Bra [8] existen tres elementos que implícita o explícitamente están presentes en la mayoría de los SHA:

- *Modelo de dominio*: Describe la estructura del dominio de aplicación en términos de conceptos y relaciones entre conceptos.
- *Modelo de usuario*: Almacena las características del usuario que el sistema tiene en cuenta para realizar la adaptación. Suele incluir el conocimiento del usuario sobre los conceptos del modelo de dominio.
- *Modelo de adaptación*: Establece como la información del modelo de usuario influye en la adaptación del sistema. También especifica como y cuando actualizar la información almacenada en el modelo de usuario.

La figura 1 representa la arquitectura general de un sistema hipermedia adaptativo. En ella se muestra cuales son las componentes de un SHA y como se relacionan entre si. Además, asociada a cada componente aparece una lista con las preguntas que el autor debe responder antes de diseñarla.

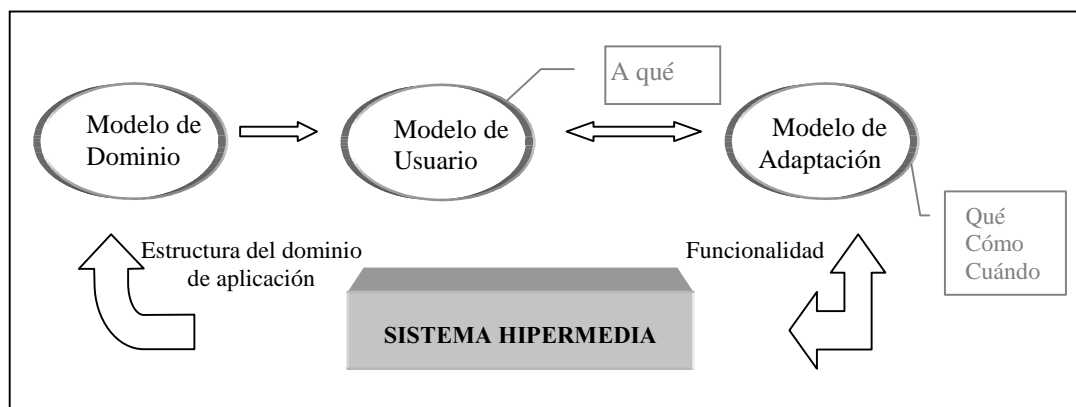


Figura 1. Elementos de un SHA.

La tabla I resume los diferentes enfoques seguidos por los SHA encontrados en la literatura. La clasificación es realizada desde distintos puntos de vista y cada criterio de clasificación es relacionado con las preguntas de diseño que fundamentalmente resuelve.

A partir de la revisión y análisis realizado sobre la situación actual de los sistemas hipermedia adaptativos; observamos que debido a sus características adaptativas, estos sistemas ofrecen una serie de beneficios a los usuarios que las convierten en herramientas muy potentes. Sin embargo, también detectamos algunos problemas. Tanto las ventajas de los SHA como sus inconvenientes se resumen en la sección 2.

CRITERIO	TIPOS	
Dominio de Aplicación ¿Qué?	<i>Sistema hipermedia adaptativo general:</i> Los documentos tratan sobre temas muy diferentes	
	<i>Sistema hipermedia adaptativo específico:</i> Todos los documentos explican conceptos de un dominio de información uniforme. ADAPTS [5] ofrece soporte técnico personalizado, ELM-ART [7] es un curso de Lisp, el sistema PUSH [9] reorganiza un manual sobre métodos de desarrollo de software orientado a objetos, etc.	
Adaptación a ¿A qué?	Usuario	Representación de el modelo de usuario
		<i>Parejas (atributo/valor).</i> AHA [22,23]
		<i>Modelo bayesiano.</i> KBS Hyperbook [13]
	Grupo de usuarios	<i>Modelo probabilístico y episódico.</i> ATS [19]
<i>Red de Petri.</i> [Nuestra propuesta]		
<i>Otros.</i> Por ejemplo, adaptación a diferentes tipos de aparatos en tecnología de móviles [1]		
Métodos Adaptativos [6] ¿Qué? ¿Cómo?	Navegación Adaptativa	<i>Consejo</i> <i>Local o Global</i>
		<i>Soporte de orientación</i> <i>Local o Global</i>
		<i>Vistas personalizadas</i>
	Presentación Adaptativa	<i>Explicación adicional</i>
		<i>Explicación prerequisite</i>
		<i>Explicación comparativa</i>
		<i>Variantes de una misma explicación</i>
<i>Ordenación</i>		
Tipo de Prerequisitos [16] ¿Cómo?	<i>Prerequisitos pedagógicos:</i> Las relaciones entre páginas obedecen a aspectos relacionados con el aprendizaje	
	<i>Prerequisitos como mecanismo de ordenación:</i> Tratan de establecer un orden parcial entre las páginas	
Integración de Información de Diferente Origen ¿Qué?	<i>Sistema hipermedia adaptativo abierto:</i> Estos sistemas pueden integrar recursos de información localizados en cualquier sitio de la WWW. KBS Hyperbook [14]	
	<i>Sistema hipermedia adaptativo cerrado</i>	
Interacción del Usuario con la Adaptación ¿Cuándo? ¿Cómo?	<i>Sistema hipermedia adaptable:</i> El modelo de usuario se actualiza solo después de una solicitud explícita del usuario	
	<i>Sistema hipermedia adaptativo:</i> El modelo de usuario se actualiza automáticamente mientras que el usuario navega.	<i>El usuario, si lo desea, puede tener algún control sobre el comportamiento adaptativo del sistema.</i> PUSH [9]
		<i>El usuario no tiene control explícito sobre la adaptación</i>
	<i>Sistema hipermedia adaptable/adaptativo.</i> Enfoque Intensional Hypertext [21]	
Creación de Hiperdocumentos ¿Cuándo? ¿Cómo?	<i>SHA dinámico:</i> Los documentos se crean dinámicamente por demanda del usuario	
	<i>SHA no dinámico:</i> Los documentos existen de forma previa a su uso, aunque su presentación sea adaptada a cada usuario	
	<i>Mediación entre hipermedia adaptativo y dinámico.</i> Enfoque del Macronodo [17]	
Historia de Navegación ¿Cómo?	<i>Representación explícita de la historia.</i> Las reglas de navegación usan la historia [15]	
	<i>La representación del camino de navegación del usuario no es explícita</i>	
Información Contextual ¿A qué?	<i>Contexto de usuario:</i> Papel de usuario en un grupo, localización física, etc.	
	<i>Contexto textual:</i> Frase, párrafo o documento donde está inmerso el texto	
	<i>Contexto espacial:</i> Camino de navegación seguido por el usuario hasta llegar a la página actual. Enfoque basado en contexto [3]	

Tabla I. Taxonomía de Sistemas Hipermedia Adaptativos.

2. Análisis de la situación actual de los SHA

Ventajas de los SHA

Dos ventajas heredadas de los sistemas hipermedia tradicionales:

- Los aspectos visuales son muy atractivos para el lector.
- Poder leer la información en un orden no-secuencial proporciona al usuario mayor libertad navegacional.

Beneficios derivados de la capacidad de adaptación:

- El autor estructura mejor su conocimiento, lo que le facilita el desarrollo del sistema hipermedia y su posterior mantenimiento.
- Estableciendo prerequisites entre las páginas y aplicando técnicas de adaptación a las presentaciones se reducen los problemas de comprensión.
- Disminuyen los problemas de desorientación y pérdidas en el hiperespacio utilizando técnicas de adaptación de la navegación, por ejemplo anotación de enlaces.
- Los usuarios alcanzan más rápidamente la comprensión de los conceptos, al encontrar la información de las páginas ajustada a sus características e intereses.
- Se reduce el número de veces que el usuario sigue un enlace hacia un concepto anteriormente visitado, debido a la utilización de técnicas adaptativas como la anotación y ocultación de enlaces.
- Se puede dirigir al usuario a través del hiperespacio, sin que pierda totalmente la libertad de navegación, aplicando métodos adaptativos como consejo local y consejo global.
- Es más fácil para los usuarios obtener una vista de conjunto de la estructura de enlaces y su posición en ella, aplicando métodos como soporte local y soporte global de orientación.
- Por último y muy importante, los sistemas hipermedia adaptativos permiten atender las necesidades especiales de algunos usuarios: Son sistemas solidarios.

Desventajas de los SHA

- Se complica la tarea de los autores. Esta desventaja puede suavizarse si el autor usa una herramienta autora que haya sido construida con el objetivo de facilitar las tareas del autor.
- Los cambios en la estructura de enlaces y en el contenido de las páginas no son generados bajo demanda del usuario, por lo que en ocasiones pueden desorientarlo.
- Dependiendo del uso que el lector desea dar a un concepto puede no tener sentido que el sistema le obligue a leer todos los prerequisites de dicho concepto.
- Las técnicas de adaptación actuales están orientadas al texto y difícilmente se pueden aplicar sobre otros medios como audio, vídeo, imagen, etc.
- Los SHA normalmente son privados, no están distribuidos y no usan Internet.
- Los procesos de diseño, construcción y mantenimiento (ciclo de vida completo) de los sistemas hipermedia adaptativos no están suficientemente considerados.
- Las herramientas autoras no incorporan mecanismos que faciliten los cambios en el sistema, durante y después de su construcción.

Teniendo en cuenta los problemas detectados en los SHA actuales, especialmente los dos últimos, y el hecho de que los sistemas hipermedia cambian con mucha frecuencia debido a que ofrecen el conocimiento capturado por sus autores; nosotros proponemos un enfoque evolutivo para la construcción y mantenimiento de los sistemas hipermedia adaptativos. Fundamentalmente, tenemos dos razones para hacerlo:

La **primera razón** es que a pesar de las características especiales de estos sistemas, el diseño e implementación de un sistema hipermedia adaptativo no deja de ser un proceso de desarrollo de software y como tal, la calidad del producto obtenido depende de la calidad del proceso de desarrollo. Consecuentemente, proponemos la aplicación de un proceso de ingeniería del software en el desarrollo de sistemas hipermedia adaptativos. Este proceso explicado en [12] se divide en cuatro fases inherentes al diseño de un sistema conceptual y navegacional, y se esquematiza en la figura 2:

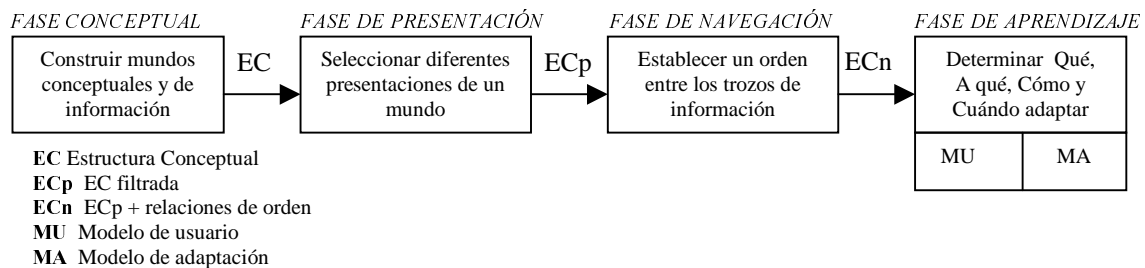


Figura 2. Proceso de Desarrollo de un SHA.

Estas fases no son secuenciales sino iterativas, es decir, el autor puede regresar a una fase anterior siempre que lo necesite. Además, este proceso implica un desarrollo evolutivo, ya que sus cuatro fases integran los cambios producidos por el desarrollador en la estructura del sistema de una forma fácil, flexible y consistente.

La **segunda razón** que motiva nuestro enfoque, es el hecho de que la preparación de hiperdocumentos incluye frecuentes cambios, adicciones y actualizaciones por parte de sus autores. Esto implica que el autor necesita mecanismos de cambio, que le permitan realizar modificaciones sobre el sistema para mejorarlo. Estas modificaciones suelen ser determinadas por las transformaciones ocurridas en el entorno del sistema. Por lo tanto, consideramos que la adaptación al usuario llevada a cabo por los SHA actuales debe ser completada con mecanismos de evolución. La adaptación de los SHA es una adaptación de la funcionalidad del sistema hipermedia producida por el propio sistema a partir de unos mecanismos de adaptación previamente definidos por el desarrollador (técnicas de adaptación, modelo de usuario, etc.). La evolución es un proceso más amplio que la adaptación al usuario, ya que permite tanto cambios funcionales como estructurales sobre el sistema. Así la adaptación al usuario realizada por los SHA es un tipo o modelo concreto de evolución¹; y es necesario añadir otros mecanismos evolutivos para que el SHA tenga capacidad total de evolución, es decir soporte el conjunto completo de modelos de evolución, descritos y formalizados en [20].

¹ Un modelo de evolución es la representación de una forma concreta de realizar cambios en un sistema software.

3. SEM-HP: Un Sistema Hipermedia Adaptativo y Evolutivo

SEM-HP [10,12] es un modelo sistémico, evolutivo y semántico para el desarrollo de sistemas hipermedia adaptativos.

- *Sistémico* porque concibe el sistema hipermedia como un conjunto de sistemas interrelacionados y en interacción.
- *Semántico* porque ofrece una semántica flexible con la que el autor puede caracterizar sus dominios de información.
- *Evolutivo* porque permite al autor realizar cambios estructurales y funcionales de una forma fácil y consistente.
- *Adaptativo* porque se ajusta a las características concretas de cada usuario.

La semántica es una característica muy importante, ya que cuanto más explícita sea la semántica, mayores son las posibilidades de adaptación y evolución.

3.1 Arquitectura de SEM-HP

SEM-HP concibe un SHA compuesto por cuatro subsistemas interrelacionados entre si y en interacción. Los tres primeros subsistemas están descritos con más detalle en [11,12].

Subsistema de Memorización

Almacena, estructura y mantiene el conocimiento que el SHA ofrece. El elemento principal de este subsistema es la estructura conceptual (EC). La EC es una red semántica con dos tipos de nodos: conceptos e ítems. Los conceptos son ideas etiquetadas y los ítems contienen trozos de información relativos a los conceptos. Los enlaces de la EC son relaciones entre conceptos o relaciones entre ítems y conceptos. El autor puede cambiar la EC después o durante su construcción, para ello SEM-HP proporciona acciones evolutivas para crear, modificar o borrar conceptos, ítems o relaciones de una forma fácil y consistente.

Subsistema de Presentación

Este subsistema permite filtrar la EC creada en el subsistema de memorización. A través del filtrado, el autor selecciona un subconjunto de los conceptos, ítems y relaciones incluidos en la EC inicial. La evolución de este subsistema permite mostrar u ocultar elementos de la estructura conceptual.

Subsistema de Navegación

Este subsistema permite al autor añadir restricciones de orden sobre la EC de presentación. Estas restricciones establecen un orden parcial entre los trozos de información ofrecidos por el sistema, es decir entre los ítems de la EC. La evolución de este subsistema permite al autor borrar, modificar o ampliar las restricciones de orden, siempre y cuando el resultado de las modificaciones sea consistente.

Subsistema de Aprendizaje

Este subsistema es el encargado de realizar la adaptación del sistema hipermedia. Los elementos fundamentales de este subsistema son:

1. *Modelo de usuario.* Almacena información sobre el conocimiento, preferencias e intereses del usuario.
2. *Reglas de conocimiento.* Una regla de conocimiento establece que ítems debe conocer el usuario y con que nivel para poder alcanzar un determinado ítem.
3. *Reglas de actualización.* Actualizan el modelo de usuario después de cada visita del usuario a un ítem del sistema.
4. *Técnicas de adaptación.* Realizan la adaptación de la estructura de navegación, que no es otra que la EC.

También en este subsistema la evolución es necesaria. Aquí, las acciones evolutivas permiten al autor borrar, añadir o modificar las reglas de conocimiento y las reglas de actualización.

3.2 Evolución en SEM-HP

El modelo SEM-HP [11,12] proporciona al autor un conjunto de acciones evolutivas para que éste pueda realizar sobre el sistema los cambios que considere oportunos; el autor usa una u otra acción evolutiva dependiendo de la modificación que necesita. En el modelo SEM-HP existe un conjunto de restricciones que el sistema debe satisfacer en todo momento, de forma que una acción evolutiva solo es ejecutada si satisface el conjunto completo de estas restricciones. El autor puede añadir nuevas restricciones a este conjunto, para ello utiliza un conjunto especial de acciones evolutivas cuyas restricciones reciben el nombre de meta-restricciones.

Es posible que al modificar un elemento de alguno de los cuatro subsistemas descritos en la subsección 3.1 se genere la necesidad de modificar otros elementos del propio sistema (propagación interna del cambio) o incluso de otros subsistemas (propagación externa del cambio). SEM-HP proporciona soporte automático para ambas situaciones, lo que facilita la tarea del autor y preserva la consistencia del sistema hipermedia.

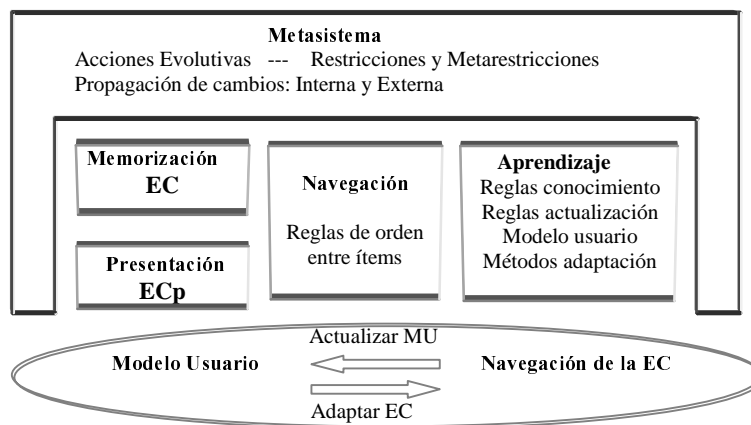


Figura 3. Arquitectura, Evolución y Adaptación en SEM-HP.

3.3 Adaptación al Usuario en SEM-HP

Obviamente en SEM-HP, el sistema de aprendizaje soporta la mayor carga de adaptación. Este inicializa y mantiene el modelo de usuario y en función de su contenido realiza la adaptación sobre la EC de navegación. El modelo de usuario es actualizado automáticamente mientras que el usuario navega. La información que almacena puede dividirse en dos tipos:

- *Característica estáticas.* Características del usuario que nunca cambian o que cambian con muy poca frecuencia. Estas características no dependen directamente de la navegación.
- *Características variables.* Cambian frecuentemente durante la navegación.

La tabla II describe el contenido del modelo de usuario. Las características variables se encuentran en las filas 1–5, las características estáticas en las filas 6-9.

CARACTERISTICA	DESCRIPCION
<i>Meta</i>	Información que el usuario desea conocer.
<i>Conocimiento</i>	Valor de conocimiento del usuario sobre cada ítem de la EC de navegación. Es un número entre 0 y 100.
<i>Ítems leídos</i>	Ítems leídos por el usuario.
<i>Número de lecturas</i>	Número de veces que el usuario ha leído un ítem.
<i>Ítems relevantes</i>	Ítems para cuya lectura el usuario esta preparado.
<i>Experiencia en la materia</i>	Conocimiento general del usuario sobre el dominio conceptual y de información del SHA.
<i>Experiencia en el hiperespacio</i>	Práctica del usuario en el uso de sistemas hipermedia.
<i>Preferencias</i>	Predilección del usuario por determinados medios, tipos de documentos, etc.
<i>Datos personales</i>	Datos del tipo edad, sexo, profesión, etc. que serán utilizados para inicializar el modelo de usuario usando estereotipos.

Tabla II. Contenido del Modelo de Usuario.

La EC de navegación es adaptada a las características concretas de cada usuario. Para ello, el sistema emplea las siguientes técnicas de adaptación.

- *Anotación de enlaces:* Cada ítem de la EC visitado con anterioridad por el usuario es anotado indicando el número de visitas del usuario a dicho ítem (anotación textual) y dibujando su borde en color violeta (anotación visual). Además tanto los ítems como los conceptos de la EC son anotados indicando el nivel de conocimiento que tiene el usuario sobre ellos (anotación textual), así el usuario es consciente del conocimiento que tiene en cada momento y de cómo dicho conocimiento aumenta a medida que navega por el sistema.
- *Ocultación y deshabilitación de enlaces:* Las reglas de conocimiento determinan que ítems puede visitar el usuario y cuales no. La evaluación de las reglas de conocimiento depende del conocimiento actual del usuario sobre cada ítem de la EC. Así, un ítem solo puede ser alcanzado si el usuario conoce todos sus ítem prerequisite con el nivel que establece la regla de conocimiento asociada. Cuando esto no ocurre el ítem es ocultado (el borde del ítem se dibuja en gris claro) y deshabilitado (se borra la funcionalidad del ítem).

- *Estructura conceptual personalizada.* En la fase de presentación el autor crea distintas presentaciones. Posteriormente, se selecciona una u otra, dependiendo de las características y preferencias del usuario actual. Es decir, para cada usuario el sistema elige la presentación que mejor se ajusta a sus necesidades.

4. Conclusiones y Trabajos Futuros

Siguiendo la taxonomía de la tabla I, el modelo SEM-HP puede ser definido como un modelo para desarrollar sistemas hipermedia abiertos con un dominio de aplicación general. Los sistemas creados presentan una capacidad de evolución completa, incluyendo la adaptación al usuario típica de los sistemas hipermedia adaptativos actuales. De este modo, el autor puede realizar sobre el sistema modificaciones de una forma flexible, usando los mecanismos evolutivos que el modelo soporta y el lector se beneficia de la atención personalizada que el sistema le ofrece, ya que el modelo soporta adaptación de la presentación y de la navegación. Los prerequisites entre ítems son establecidos en forma de reglas lógicas que reciben el nombre de reglas de conocimiento; dichos prerequisites son usados como mecanismo de ordenación y definen un orden parcial entre los documentos ofrecidos por el sistema hipermedia. La historia de navegación es implícitamente representada, puesto que el modelo de usuario almacena los ítems visitados por el usuario y el número de visitas a cada ítem. Sin embargo, los sistemas hipermedia diseñados usando el modelo SEM-HP no son dinámicos, ya que los ítems de información son establecidos a priori.

Nuestro trabajo futuro se centra en la representación de las características variables del modelo de usuario sobre una red de Petri (RP). La RP debe absorber las reglas de conocimiento y las reglas de actualización para: a) determinar en todo momento que ítems puede alcanzar el usuario y b) actualizar automáticamente el contenido del modelo de usuario tras cada visita. La RP se construirá aplicando una adaptación del algoritmo que transforma fórmulas lógicas temporales en una red de Petri, explicado y demostrado en [18]. Otros problemas por resolver son: ¿Cómo averigua el sistema la meta del usuario? ¿Cómo y cuando actualizar la experiencia del usuario? ¿Cómo puede el sistema generar los ítems de forma dinámica? Algunos de estos problemas están parcialmente resueltos, pero el enfoque requiere importantes refinamientos.

Referencias

1. Alatalo, Toni. Peräaho, Janne. *A Modeling Method for Designing Adaptive Hypermedia*. Third Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia. Twelfth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia. July 13-17, 2001. Sonthofen, Germany.
2. Ardissono, L. Goy, A. Petrone, G. Segnan, M. Torasso, P. *Tailoring the Recommendation of Tourist Information to Heterogeneous User Groups*. Proc. Third Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia. 2001. Arhus, Denmark.
3. Bailey, Christopher. El-Beltagy, Samhaa. Hall, Wendy. *Link Augmentation: A Context-Based Approach to Support Adaptive Hypermedia*. Third Workshop on

- Adaptive Hypertext and Hypermedia. Twelfth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia. August 14-18, 2001. Aarhus, Denmark.
4. Bollen, Johan. *Group User Models for Personalized Hyperlink Recommendations*. In LNCS 1892 – International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems (AH 2000). Pp. 39-50. August 2000. Trento, Italy.
 5. Brusilovsky, Peter. Cooper, David. *ADAPTS: Adaptive hypermedia for a Web-based performance support system*. Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive System and User Modeling on the WWW. In P. Brusilovsky and P. De Bra (eds.), 1999.
 6. Brusilovsky, Peter. *Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia*. User Modeling and User-Adapted Interaction, 6, 1996, 87-129. Kluwer Academic Publishers.
 7. Brusilovsky, P. Weber, G. <http://www.psychologie.uni-trier.de:8000/projects/ELM/elm.html>
 8. De Bra, Paul. Aerts, Ad. Houben, Geert-Jan. Wu, Hongjing. *Making General-Purpose Adaptive Hypermedia Work*. Proceedings of the WebNet Conference. Pp. 117-123, 2000.
 9. Espinoza, Fredrik. Höök, Kristina. *A WWW Interface to an Adaptive Hypermedia System*. Presented at PAAM (Practical Applications of Agent Methodology), April 1996. London.
 10. García-Cabrera, Lina. Parets-Llorca, José. *A Cognitive Model for Adaptive Hypermedia Systems*. The 1st International Conference on WISE, Workshop on World Wide Web Semantics. Pp 29-33. June 2000. Hong-Kong, China.
 11. García-Cabrera, Lina. Rodríguez-Fortiz, M^aJosé. Parets-Llorca, José. *Formal Foundations for the Evolution of Hypermedia Systems*. 5th European Conference on software Maintenance and reengineering, Workshop on FFSE. IEEE Press. March 5-12, 2001. Lisboa, Portugal.
 12. García-Cabrera, Lina. *SEM-HP: A Systemic, Evolutionary, Semantic Model for Hypermedia System Development*. (in Spanish). Ph Thesis. November 2001.
 13. Henze, Nicola. Nejd, Wolfgang. *Bayesian Modeling for Adaptive Hypermedia Systems*. ABIS99, 7.61- Workshop Adaptivität und Benutzermodellierung in Interaktiven Softwaresystemen 29./30.9. 1999. Otto-von-Guericke-Universität.
 14. Henze, Nicola. *Open Adaptive Hypermedia: An approach to adaptive information presentation on the Web*. First International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction (UAHCI 2001), held jointly with HCI International 2001. August 5-10, 2001. New Orleans, Louisiana USA.
 15. Hijikata, Yoshinori. Yoshida, Tetsuya. Nishida, Shogo. *Adaptive Hypermedia System for Supporting Information Providers in Directing Users through Hyperspace*. Proceedings of the 3rd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia. HYPERTEXT 2001. August 14-18, 2001. Aarhus, Denmark.
 16. Hübscher, Roland. *What's in a Prerequisite*. In Proceedings of International Conference on Advanced Learning Technology (ICALT 2001). 2001. Madison.
 17. Not, Elena. Zancanaro, Massimo. *The MacroNode Approach: Mediating between adaptive and dynamic hypermedia*. In Proceeding of International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems. August 2000. Trento.
 18. Rodríguez-Fortiz, M^a José. *Software Evolution: A Formalization Based in Predicate Temporal Logic and Coloured Petri Nets*. (in Spanish). Ph Thesis. October 2000.

19. Spetch, Marcus. Oppermann, Reinhard. *ATS – Adaptive Teaching System a WWW-based ITS*. In U.Timm (Eds.). Proceedings of Workshop Adaptivität und Benutzermodellierung in Interaktiven Sotwaresystemen: ABIS 98.
20. Torres-Carbonell, Jesús. Parets-Llorca, José. A Formalization of the Evolution of Software Systems. EUROCAST'99. Pp 269-272. September 1999. Vienna.
21. Wadge, Bill. Schraefel, Monica. *A Complementary Approach for Adaptive and Adaptable Hypermedia: Intensional Hypertext*. Third Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia. Twelfth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia. August 14-18, 2001. Arhus, Denmark.
22. Wu, Hongjing. De Bra, Paul. Aerts, Ad. Houben, Geert-Jan. *Adaptation Control in Adaptive Hypermedia Systems*. Proceedings of the AH2000 Conference. Pp. 250-259, 2000. Lecture Notes in Computing Science, vol 1892, Springer.
23. Wu, Hongjing. Houben, Geert-Jan. De Bra, Paul. *Supporting User Adaptation in Adaptive Hypermedia Applications*. InfWet2000 Conference.