

SHAAD: sistema hipermedia adaptable, adaptativo y dinámico para la entrega de contenidos hipermedia

David Mérida, Ramón Fabregat

Institut d'Informàtica i Aplicacions (IIIA)

Universitat de Girona (UdG)

david.merida@udg.es, ramon.fabregat@udg.es

Resumen

Para implementar una eficiente adaptación de contenidos en la red se pueden analizar diversas variables que involucran a los tipos de usuarios, los dispositivos de acceso del cliente, los tipos de acceso, el estado de la red y el estado de carga del servidor. La creciente utilización de objetos hipermedia para la creación de contenidos y la no consideración de estas variables, ha ocasionado en muchas situaciones el problema de la entrega de contenidos inadecuados. En este paper se propone un modelo para la entrega de contenidos hipermedia que considere estas variables. Este modelo, elaborado a partir de un análisis de diversas investigaciones, considera los diferentes puntos de vista observados y tiene como objetivo final definir un Sistema Hipermedia Adaptable, Adaptativo y Dinámico (SHAAD) como punto de partida para la consideración del problema de adaptación de contenidos a través de un sistema totalmente modular.

1. Introducción

Actualmente, la gran heterogeneidad en términos de tipos y capacidades de los dispositivos de acceso, ancho de banda de la red y necesidades-preferencias de los usuarios no son tenidas en cuenta por un servidor cuando sirve contenidos web ricos en imágenes, audio y video. Por ejemplo, el servidor entregará el documento solicitado aunque el terminal (WebTV, Personal Digital Assistants (PDAs) o teléfonos móviles) utilizado no pueda acceder a estos contenidos debido a las limitaciones del monitor, de las

capacidades de almacenamiento, de procesamiento o de acceso a la red.

Para solucionar este problema se deben desarrollar alternativas que permitan un acceso universal a cualquier tipo de material, desde cualquier tipo de dispositivo y que tengan en cuenta las preferencias del usuario y el estado de carga de la red y del servidor.

El concepto de *Adaptación* ha sido muy estudiado en el campo de los sistemas hipermedia y se ha mostrado que dentro de estos ambientes puede proporcionar mejores entornos de utilización y rendimiento. Muchos son los grupos dedicados a la tarea de solucionar la problemática de la adaptación de contenidos y diferentes también las consideraciones hechas al respecto a la hora de implementar dicha adaptación:

- UMA (Universal Multimedia Acces) [1] tiene en cuenta las nuevas clases de dispositivos inteligentes y portables. La finalidad del proyecto es permitir a los dispositivos de acceso con limitaciones en las capacidades de comunicación, procesamiento y visualización acceder a cualquier contenido multimedia.
- MONADS [3][7][10] está dirigido a solucionar la demanda de los servicios de datos "anytime-anywhere-anyhow" a través de las nuevas tecnologías de dispositivos móviles. La adaptabilidad de los servicios de datos a los cambios de entorno de los usuarios nómadas es el tema principal de este proyecto. Se entiende por nómadas a los usuarios que cambian permanentemente de lugar y posiblemente de dispositivo y de tipo de acceso. En este proyecto los agentes inteligentes juegan un papel muy importante en la implementación de la adaptabilidad.

- Grupos de investigación de Hewlet-Packard [13][14] y de Microsoft Research China [7] trabajan en Adaptive Delivery Systems y tienen en cuenta el tipo de dispositivo de acceso, el estado de la red y las preferencias del usuario.
- Paul de Bra [6] a partir de un Adaptive Hipermedia System (AHS) y teniendo en cuenta las preferencias del usuario (modelo del usuario) se plantea el cambio de los contenidos o de la presentación de los nodos alterando la estructura de los enlaces.

En los trabajos anteriores se han considerado diversas variables que influyen en la adaptación de contenidos. Todas ellas serán adoptadas en este trabajo:

1. *Las características y preferencias del usuario* [2][6][8]. Bajo este concepto se incluye todo lo referente a preferencias y conocimientos del usuario. Siendo preferencias lo relativo a la manera de recibir el material hipermedia (p. ej. explícita o resumida), a las características de aprendizaje (p. ej. si es un usuario textual o visual), a las características personales (p. ej. si es un usuario extrovertido o introvertido), etc. Y conocimiento es todo lo relativo a conocimiento previo o evolutivo.
2. El *dispositivo de acceso del cliente* [1][3][7][10][13][14]. Paralelamente a la creciente explosión de Internet ha devenido un amplio desarrollo tecnológico de los dispositivos de acceso a la red (desde los tradicionales ordenadores de escritorio hasta la nueva generación de dispositivos móviles y PDAs). Estos dispositivos presentan grandes diferencias tales como su capacidad de almacenamiento, poder de procesamiento, resolución de pantallas, etc. Nos encontramos ante una nueva problemática: el tener que entregar los ricos contenidos multimedia disponibles a una amplia gama de dispositivos/clientes que en muchos de los casos no tendrán capacidades para tratarlos adecuadamente.
3. *Tipo de acceso a la red* [13][14]. Anchos de banda que van desde los 9.6K o 28.8K de las conexiones para telefonía celular o módems; pasando por los comprendidos entre los

128K u los 1.5M de las conexiones ISDL, DSL y cable-módems y los de 10M y 100M de las redes de área local o Ethernet, generan una nueva característica que hay que considerar: *la velocidad de acceso a la red*.

4. *Estado de la red* [4][5][6]. A la diversidad de tipos de conexión se suma el estado de congestión que la conexión utilizada puede presentar en un momento dado. La carga que presenta la conexión en todo momento no es uniforme. Es decir, no podemos inferir a partir del hecho de disponer de un buen ancho de banda, el tener en forma permanente un buen estado de la conexión.
5. *Estado de carga del servidor* [11][12]. Por parte de los usuarios es más que conocida la experiencia de situaciones de accesos fallidos o rechazados por parte del servidor ante la consulta de algún material multimedia. Esta situación muchas veces es ocasionada por un exceso de carga en dichos servidores como consecuencia de una inusitada cantidad de peticiones. Para solucionar dicha sobrecarga puede ser preferible entregar contenidos con recursos de menor calidad antes que tener que rechazar o generar una falla en las conexiones que se están realizando.

La sección 2 plantea una revisión sobre adaptabilidad versus adaptatividad a fin de llegar a un acuerdo sobre la terminología a utilizar. En la sección 3 definimos nuestro SHAAD. En la sección 4 se plantean diversas variantes del modelo para las diferentes variables de adaptación y finalmente se presenta un modelo único para nuestro sistema.

2. Adaptabilidad versus adaptatividad

El término de *adaptatividad* ha sido utilizado por distintos autores en diferentes ámbitos. Dependiendo del entorno considerado varían los objetivos perseguidos por tal adaptación. Por esta razón se hace necesario en primer lugar llegar a un acuerdo respecto a que entendemos por *adaptación* de contenidos hipermedia en un entorno de variables cambiantes como las mencionadas en el apartado anterior.

Abdelzaker [12] considera la adaptación de contenidos web como un mecanismo para mejorar el rendimiento del servidor sobrecargado

Wei-Ying Ma [13] hace consideraciones sobre la entrega de contenidos adaptados en ambientes heterogéneos a fin de mejorar la accesibilidad de los contenidos.

Brusilovsky [8] define un Sistema Hipermedia Adaptativo como aquel que construye para cada usuario un modelo de objetivos, preferencias y conocimientos. Utiliza este modelo a través de la interacción para adaptarse a las necesidades del usuario.

Oppermann [9] tiene en cuenta las características del usuario y distingue entre:

- *Sistemas Adaptables*: permiten al usuario cambiar ciertos parámetros del sistema y adaptar de esta manera su comportamiento.
- *Sistemas Adaptativos*: Se adaptan al usuario automáticamente basándose en las suposiciones que el sistema realiza de las necesidades del usuario.

Por otro lado, De Bra [6] teniendo en cuenta las preferencias del usuario como variable que decide la adaptación, clasifica los entornos hipermedias o sitios Web construidos con la capacidad de realizar algún tipo de personalización:

- *Hipermedias adaptables*: sistemas en los que el usuario puede proveer algún perfil (p.ej. a través de cuestionarios) para que el sistema pueda proveer una versión de la aplicación hipermedia teniendo en cuenta ese perfil.
- *Hipermedias adaptativos*: sistemas que monitorean el comportamiento de los usuarios y adaptan la presentación teniendo en cuenta. En estos casos la evolución, tanto en preferencias como en conocimientos, podría ser captada o deducida por el sistema a partir de los accesos realizados a las páginas. Por otra parte, muchas veces podrían necesitar cuestionarios o test a fin de obtener información más fiable respecto a las preferencias del usuario. La mayor parte de la adaptación es realizada, sin embargo, en base a las acciones de navegación del usuario y también considerando el comportamiento de otros usuarios.

- *Hipermedias dinámicos*: El comportamiento de los usuarios es monitoreado como en los sistemas hipermedia adaptativos pero la adaptación en lugar de ser cambiada seleccionando presentaciones predefinidas es generada a partir de unidades atómicas de información. Es decir, es reconstruida dinámicamente a partir de los objetos individuales que componen la página tomando los que son mas adecuados en base a las características del usuario.

3. Definición del SHAAD

A partir de lo comentado en el apartado anterior se define un Sistema Hipermedia Adaptable, Adaptativo y Dinámico (SHAAD) como *aquel sistema que atendiendo al estado de las variables mencionadas y a la variedad multimedia que presentan los contenidos web, intenta adecuar dinámica o estáticamente la información disponible y entregarla de la manera más eficiente posible.*

El modelo está formado por 4 módulos:

1. *Mecanismos para la definición de variables.* Tienen como finalidad realizar la definición de las variables ya mencionadas anteriormente: características y preferencias del usuario, dispositivo de acceso del cliente, tipo de acceso a la red, estado de la red y estado de carga del servidor.
2. *Módulo de contenidos.* Tiene como función entregar los contenidos peticionados, ya sea a través de una generación dinámica a partir de los elementos atómicos que constituyen la página web (generación on-line) o la selección entre diferentes versiones estáticas de esos contenidos previamente generados, (generación off-line).
3. *Motor de decisión.* Es el núcleo del sistema y el lugar en el que se evalúan las variables de decisión y los contenidos disponibles, a partir de los que se infiere cuales son los mecanismos para entregar el material en la forma más adecuada al usuario final.
4. *Mecanismos de adaptación.* Teniendo disponible el nuevo sitio web generado por el módulo de contenidos, implementan los

mecanismos de adaptación decididos por el Motor de decisión.

4. Descripción de las variables

A fin de realizar una descripción detallada de los aspectos a considerar en cada variable, éstas se analizan por separado y se define el modelo utilizado en cada caso.

4.1 Características y preferencias del usuario

De forma muy general, los conceptos que nos permiten describir a nuestro usuario son: objetivos vs. tareas, conocimiento previo o background, experiencia, preferencias en el modo de recibir la información, intereses, rasgos del usuario, etc.

Estos conceptos tienen en cuenta diferentes tipos de características [8]: las relativas al conocimiento (previo o evolutivo), las que consideran las preferencias sobre la forma de recibir la información (gráfica o textual, desarrollada o resumida), las que tienen en cuenta la personalidad del usuario (introverso o extroverso, verbal o textual, ...), etc.

Los módulos particulares de este modelo son (figura 1):

- *Mecanismos para la definición de las características y preferencias del usuario:*
 1. *Cuestionarios* de respuesta directa por parte del usuario a fin de obtener las características y preferencias del mismo.
 2. *Monitoreo* del comportamiento del usuario para deducir las características del mismo a partir de su interacción. Analizando la manera en que se accede o navega a través

del material disponible en el sitio Web el sistema intenta inferir los rasgos que definen al usuario.

- *Mecanismos de Adaptación* [6]:
 1. *Adaptación de enlaces.* El sistema intenta guiar al usuario hacia los aspectos más importantes de la información disponible, apartándolo de los menos importantes. Este objetivo se consigue manipulando la estructura de los enlaces o la presentación de los mismos.
 2. *Adaptación de contenidos.* El Sistema Hipermedia Adaptativo proporciona información adicional o alternativa a fin de asegurar al usuario el perfecto entendimiento del material expuesto.

La terminología encontrada en otros autores puede diferir de la expuesta, pero los mecanismos implicados no difieren sustancialmente con respecto a los aquí presentados.

4.2 Acceso a la red: Dispositivo del cliente y Tipo de Acceso / Estado de la Red

Aunque estos tres conceptos son diferentes los consideramos juntos pues están íntimamente relacionadas en lo que a tecnología se refiere. De estas variables dependerá, en última instancia, la calidad del formato del contenido que se entrega al usuario.

La gama de tipos de dispositivos de acceso a la red existentes es muy amplia. Podremos resaltar diferencias tales como la potencia de procesamiento de información, la disponibilidad de reproductores de sonido, la interfaz de acceso a la red y fundamentalmente el tipo de medio que utiliza para video. Esta última característica juega

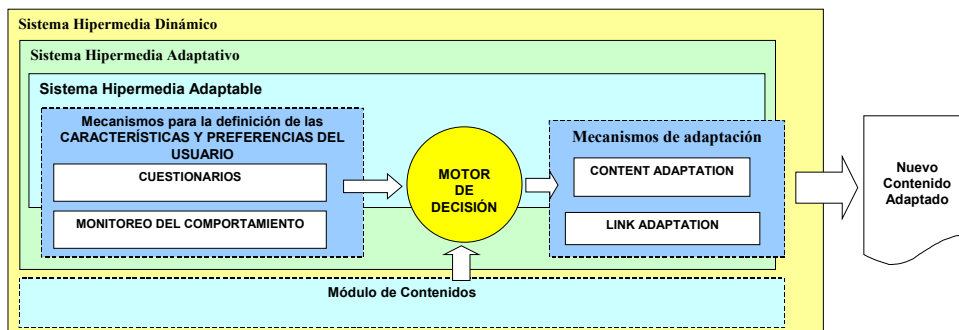


Figura 1 – Modelo para Adaptación de Contenidos según las características y preferencias del usuario

un importante rol a la hora de pensar en una adaptación de los contenidos.

Además, estos dispositivos tienen una estrecha relación con el tipo de conexión que disponen y tienen una diferencia muy importante en lo que a velocidad de acceso se refiere.

A estas consideraciones debemos agregar además: *el estado de la red* en un momento dado.

De la experiencia como usuarios, sabemos que de la relación *excelente dispositivo de acceso / excelente tipo de conexión* no tenemos necesariamente como resultado una *excelente disponibilidad de contenidos*. Más aún, bajo ciertas condiciones muchas veces hemos experimentado la frustración de no poder acceder al sitio web solicitado. Esto puede ser originado por el estado de la red.

Para este modelo es necesario describir particularmente dos módulos (figura 2):

- *Mecanismos para la definición de las características del dispositivo del cliente y el tipo de acceso y estado de la red.* Este módulo cumple una función parecida al módulo de *Mecanismos para la definición de las características del usuario* de la figura 1. Los métodos disponibles y que estamos considerando para la determinación del tipo de dispositivo, conexión y estado de la red son [13]:

1. *Protocolo http.* En el protocolo utilizado para la entrega de documentos, la cabecera de las peticiones http contienen información relevante y útil acerca del cliente (p.ej. la información relativa al

tamaño de la pantalla que se está utilizando en el cliente) o para asociar indirectamente a partir del tipo de navegador utilizado el tipo de dispositivo con que se está accediendo. Por otra parte la World Wide Web Consortium (W3C) está desarrollando un estándar para descubrir las capacidades del cliente y las preferencias del usuario [13].

2. *Sugerencias de usuario.* En este caso, como en el modelo para las características del usuario, se pueden implementar cuestionarios o plantillas de personalización para permitir la definición de las características del dispositivo de acceso por parte del usuario.
3. Además es necesario generar *herramientas* específicas para la determinación del estado de la red. La tecnología de *agentes inteligentes* es una de las herramientas más interesantes e importantes que se pueden utilizar.

- *Mecanismos de Adaptación* [12][13]:

1. *Algoritmos de Compresión de datos:* presentan resúmenes del texto a mostrar, previsualizaciones de pequeñas imágenes del material disponible en la página, etc.
2. *Algoritmos de Transformación de datos:* modifican el formato del material multimedia presentado p.ej. bajando la resolución de las imágenes o modificando la presentación de un archivo de video como una sucesión de cuadros de imágenes.

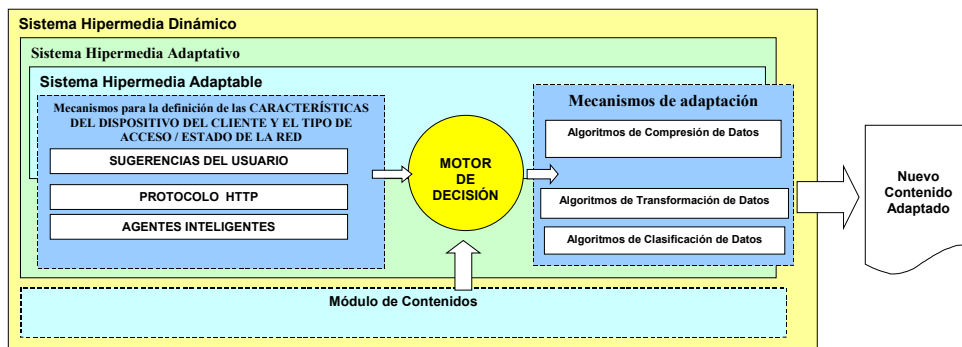


Figura 2 – Modelo para Adaptación de Contenidos según el acceso a la red

3. *Algoritmos de Clasificación de datos:* clasifican los objetos que se muestran en una página otorgándoles niveles de importancia a fin de decidir si dichos objetos serán mostrados o no.

4.3 Estado de carga del servidor

El problema de sobrecarga del servidor [11][12] también ha sido una de las consideraciones tomadas en el modelo propuesto para nuestro SHAAD, ya que del servidor y de su estado dependerá principalmente la capacidad de atender en un dado momento la cantidad de peticiones entrantes por parte de los usuarios.

En principio, estos servidores están dimensionados de tal forma que pueden servir la totalidad de las peticiones. Sin embargo, en la práctica se dan frecuentes casos en los que como usuario nos vemos ante la imposibilidad de realizar una conexión debido justamente a la sobrecarga que el servidor presenta en ese momento y a la imposibilidad que tiene para atender todas las peticiones. Como se puede producir esta sobrecarga es necesario encontrar soluciones para tales situaciones.

El procesamiento de los contenidos hipermedia sobre el servidor pueden ser transformaciones *on-line* u *off-line*. Un proceso *on-line* o *dinámico* es aquel que se realiza a partir de considerar el estado de carga del servidor, permite generar *dinámicamente* el contenido de las páginas web a partir de los elementos atómicos que la conforman. En el proceso *off-line* o *estático*

se dispone de diferentes versiones del contenido hipermedia, en diferentes formatos y calidades, a fin de poder seleccionar alguna de esas versiones cuando las condiciones de carga lo demanden. A partir de aquí y teniendo en cuenta el estado de las variables mencionadas en los puntos 4.1 y 4.2 se acomoda el contenido hipermedia resultante a través de los otros mecanismos de adaptación.

El Módulo de Contenidos interactúa directamente con el Motor de Decisión, al cual entrega la versión de contenido que surja de considerar el estado de carga del servidor. Este motor de decisión, con el contenido hipermedia seleccionado y el estado de las otras variables definidas, implementa los mecanismos de adaptación de ese nivel que determine convenientes.

En este caso es necesario describir dos módulos (figura 3):

- *Mecanismos para la definición del estado de carga del servidor.* Las herramientas evaluadas para realizar la mencionada definición van desde las herramientas propias del servidor web utilizado hasta la utilización de tecnología de agentes inteligentes implementados en Java.
- *Módulo de Contenidos.* Se encarga de generar dinámicamente o de seleccionar a través de versiones estáticas el contenido adecuado.

Tiene los siguientes bloques:

1. *Generación dinámica a partir de elementos*

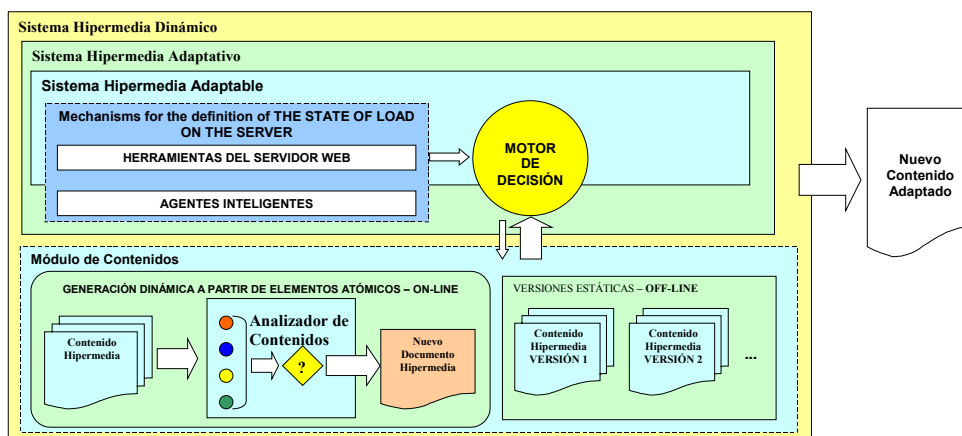


Figura 3 – Modelo para Adaptación de Contenidos según el estado de carga del servidor.

atómicos. Genera dinámicamente la nueva página a partir de los elementos que componen la página original. El Analizador de Contenidos, que se esquematiza en la figura 4, es una herramienta desarrollada en XML y Java. Este analizador tiene como objetivo convertir un documento a partir de un formato tradicional HTML a formato XML y separar de esta forma, a través de las ventajas que nos proporciona el XML, los objetos que conforman el documento original. Una vez obtenida esta estructura, a través de condicionantes y de la intervención del motor de decisión, selecciona los objetos convenientes para conformar el nuevo documento HTML.

2. *Versiones estáticas hipermedia*. En este bloque se encuentran disponibles versiones de las páginas web en diferentes calidades de formato y contenido. Estas versiones estáticas están disponibles para las situaciones en las que el Motor de Decisión determine utilizar alguna de estas versiones en el caso de que el estado de carga del servidor así lo demande.

5. Arquitectura del SHAAD

A través de los modelos propuestos en el apartado 4 hemos intentado inducir por medio de bloques homogéneos la obtención de un modelo único. De esta forma, la figura 4 representa la propuesta del SHAAD teniendo en cuenta todas las variables de

adaptación consideradas.

Los diferentes módulos esquematizados han sido objeto del correspondiente análisis a lo largo del presente paper. Por otro lado, establecimos como primera instancia de nuestras investigaciones, el hecho de considerar una generación dinámica de contenidos (on-line) teniendo fundamentalmente en cuenta el estado de carga del servidor. A priori, esto parece ser la mejor forma de implementar nuestros objetivos, pero no podemos perder de vista que esta solución no puede ser exclusiva y al final los procesos de nuestro motor de decisión tendrán que incluir soluciones mixtas en las que se consideren la combinación de los estados de las variables de adaptación definidas.

6. Conclusiones

Hemos presentado en este paper el modelo SHAAD (Sistema Hipermedia Adaptable, Adaptativo y Dinámico) para la adaptación dinámica de contenidos. Este modelo intenta cubrir desde diferentes puntos de vista la amplia gama de trabajos relacionados con la adaptación de contenidos hipermedia. Así, a través del análisis de diversas técnicas para la definición de diversas variables (características del usuario, características del dispositivo de acceso del cliente, tipo de acceso, estado de la red y carga de la red) hemos tratado de englobar los distintos puntos de vista y definir a través de un modelo único nuestro punto de partida para la adecuación

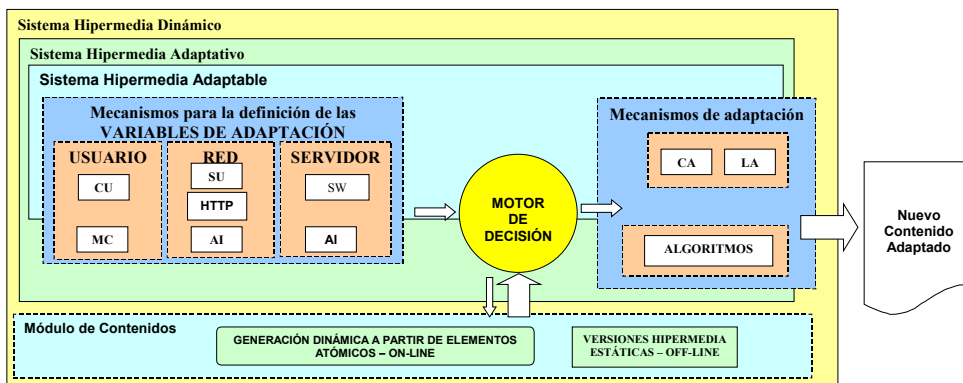


Figura 4 – Modelo final para un SHAAD

de contenidos

Algunas de las herramientas de definición consideradas se encuentran en una etapa de implementación. Este es el caso de nuestro analizador de contenidos implementado en XML y Java a través del cual se podrá realizar una selección inteligente de los objetos que conforman una página; o de las herramientas investigadas para un testeo eficiente de las condiciones de la red que se están evaluando a través del mismo protocolo http o de agentes inteligentes implementados en Java.

Nuestro modelo estrictamente modular nos permitirá trabajar sobre el amplio espectro de aspectos analizados y plantear de esta forma soluciones parciales a un problema que globalmente puede resultar excesivamente complejo debido a las muchas variables que hay que analizar.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la CICYT TEL-99-0976 y por el proyecto Galecia (UE-SOCRATES - MINERVA).

Referencias

- [1] Andrew Perkis, Yousri Abdeljaoued, Charilaos Christopoulos, Touradj Ebrahimi, Joe Chicharo, "Universal Multimedia Access from Wired and Wireless systems", Subm.to Birkhauser Boston transactions on Circuits, Systems and Signal Processing; Special issue on Multimedia Communications, Vol. 20. , No. 3, 2001, pp. 387-402
- [2] Daniel Billsus, "Improving User Model Acquisition from Labeled Text Documents", Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Systems and User Modelling on the WWW.
- [3] Kimmo Raatikainen, Lassi Hippeläinen, Heimo Laamanen, Matti Turunen, "Monads – Adaptation Agents for Nomadic Users", World Telecom '99
- [4] Mauro Marinilli, Alessandro Micarelli and Filippo Sciarone, "A Case-Based Approach to Adaptive Information Filtering for the WWW", 7th International Conference on User Modeling, Banff, Canada, 1999.
- [5] Narendra Shaha, Ashish Desai & Manish Parashar, "Multimedia Content Adaptation for QoS Management over Heterogeneous Networks", International Conference on Internet Computing (IC 2001), Nevada, USA, June 2001.
- [6] Paul De Bra, "Design Issues in Adaptive Web-Site Development", Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Systems and User Modelling on the WWW
- [7] Pauli Misikangas, Mikko Mäkelä, Kimmo Raatikainen, "Predicting QoS for Nomadic Applications Using Intelligent Agents", Impact'99 Workshop.
- [8] Peter Brusilovsky, "Adaptive Hypermedia", User Modelling and User-Adapted Interaction 11: 87-110, 2001, Kluwer Academic Publishers, Netherlands
- [9] Reinhard Oppermann, Rossen Rashev, Kinshuk, "Adaptability and Adaptivity in Learning Systems", Knowledge Transfer (Volume II) (Ed. A. Behrooz), 1997, pAce, London, UK, pp173-179 (ISBN -900427-015-X)
- [10] Stefano Campadello, Heikki Helin, Oskari Koskimies, Pauli Misikangas, Mikko Mäkelä, Kimmo Raatikainen, "Using Mobile and Intelligent Agents to Support Nomadic Users", 6th International Conference on Intelligence in Networks (ICIN2000), 2000, Bordeaux, France.
- [11] Tarek F. Abdelzaher, Nina Bhatti, "Web server qos management by adaptive content delivery", Int. Workshop on Quality of Service, June 1999.
- [12] Tarek F. Abdelzaher, Nina Bhatti, "Web Content Adaptation to Improve Server Overload Behavior", The 8th International World Wide Web Conference, Toronto, Ontario, Canada, 1999.
- [13] Wei-Ying Ma, Ilja Bedner, Grace Chang, Allan Kuchinsky, and HongJiang Zhang, "A framework for adaptive content delivery in heterogeneous network environments", MMCN2000, San José, California, 2000.
- [14] Yudong Yang, Jinlin Chen, and Hongjiang Zhang, "Adaptive Delivery of HTML Contents", 9th International World Wide Web Conference – The Web: The Next Generation, Amsterdam, 2000.