

Determinación de atributos y métricas en sistemas hipermedia educativos adaptativos

Helmut Leighton Álvarez¹, Dr. Francisco García Peñalvo² y

Dr. Ricardo López Fernández³

¹ Universidad de Salamanca, Instituto de Ciencias de la Educación, España.
hleighton@usuarios.retecal.es

² Universidad de Salamanca, Departamento de Ciencias de la Computación, España.
fgarcia@usal.es

³ Universidad de Salamanca, Departamento de Didáctica de la Matemática, España.
riclop@usal.es

Resumen. El presente trabajo enmarcado dentro de la medición de calidad de aplicaciones Web, es una propuesta para determinar atributos y métricas en sistemas hipermedia educativos adaptativos basados en estilos de aprendizaje. Esta propuesta está concebida estrictamente desde el punto de vista educativo, considerando para ello la interacción pedagógica entre el sistema y el usuario-estudiante. Para ello comienza su análisis desde las características del estilo de aprendizaje, en este caso el activo, y a partir de ellas se procede al establecimiento de los atributos de acuerdo a las estrategias instruccionales que le correspondan. Finalmente, se definen las métricas necesarias para cada uno de los atributos, estableciendo el o los tipos de variables que involucran, sus unidades de medida y escalas. De esta manera se desarrolla una metodología de cascada de determinación de atributos y métricas.

1 Introducción

Últimamente se han venido desarrollando Sistemas Hipermedia Adaptativos como respuesta al desarrollo de hipermedia estáticos o semi-configurables por parte del usuario. Estos hipermedia adaptativos se adaptan a las características propias del usuario en general y a las características específicas del usuario-estudiante cuando este sistema es parte del proceso educativo.

Sin embargo, así como existen metodologías y estándares para determinar la calidad de aplicaciones software y, otras propuestas más recientes, para aplicaciones Web, consideramos necesario buscar una metodología que permita medir la calidad de los sistemas hipermedia educativos adaptativos, propuesta que aunque se basa en las anteriores, el enfoque que se pretende y persigue es desde el punto de vista netamente educativo.

Para ello, proponemos en este artículo una metodología de cascada para determinar los atributos y métricas en sistemas hipermedia educativos adaptativos basados en estilos de aprendizaje. Para ello, se consideran las características propias del estilo,

las estrategias instruccionales pertinentes a esas características, y en esa conjunción el establecimiento de los atributos y sus respectivas métricas.

Así, presentamos en el punto 2 algunas consideraciones sobre los atributos de la calidad Web, las métricas de calidad en el punto 3, los sistemas hipermedia adaptativos en general y educativos en particular en el punto 4, finalizando en el punto 5 con la propuesta en base a un estilo de aprendizaje específico.

2 Atributos de Calidad Web

La calidad Web es un concepto que tiene asociado una serie de atributos observables directa o indirectamente, dando la medida de éstos un valor de estimación de la calidad total del sitio. Aunque aún se plantean discusiones sobre cuáles son esos atributos, en la literatura y propuestas recientes [1], [2], [3], [4], [5], [6] y [7] se plantean los conceptos de la usabilidad, funcionalidad, fiabilidad, eficiencia, mantenibilidad y operabilidad.

Cada uno de estos atributos corresponden a puntos de vista opuestos cuando se estudia un sitio Web, esto es, desde la perspectiva de los desarrolladores del sitio y su funcionamiento y, por otro lado, desde la perspectiva del usuario y de cómo él ve la funcionalidad global. Estos atributos se pueden perfectamente extrapolar a los Sistemas Hipermedia Adaptativos en Web.

Existen tres tipos de calidad en el desarrollo de software [2], que bien se podrían extrapolar a las aplicaciones Web. La calidad interna, la externa y la calidad en uso donde en el mismo orden, cada una apoya la calidad del nivel superior.

Por calidad interna se entiende la medida de las propiedades estáticas del código, realizado esto por la inspección del mismo.

En cambio, por calidad externa, se entiende la medida de las propiedades dinámicas del código, cuando éste se está ejecutando. Dentro de este punto, los resultados son la combinación de los comportamientos de la aplicación y del sistema donde éste se encuentra inmerso, y que sirven para validar la calidad de tipo externa.

El modelo de calidad Web denominado WebSite-QEM planteado por [5], [6] y [7], es una propuesta para llevar a cabo esta medición de calidad y prueban un modelo basado en la inspección, con sistemas manuales y automáticos de cada uno de los cinco aspectos que considera para ella, usabilidad, funcionalidad, fiabilidad, eficiencia y capacidad de mantenimiento. La propuesta que aquí se presenta, a diferencia de WebSite-QEM, radica en que los atributos a considerar son estrictamente educativos y están en relación a la interacción pedagógica que debe darse entre el sistema y el usuario-estudiante.

3 Métricas de Calidad

Un marco conceptual para la definición y explotación de métricas se plantea en [8] donde se definen para ello los conceptos entidad y atributos, la entidad representa un objeto, tangible o intangible, que exhibe un comportamiento observable en el mundo real como por ejemplo, un proceso. Cómo estas entidades no pueden medirse

directamente, la medición se lleva a efecto por medio de los atributos que se le pretenden. Las entidades pueden dividirse en sub-entidades, cada una de las cuales tendrá sus propios atributos o propiedades, y desde el punto de vista de la medición a todas las entidades se les puede atribuir atributos.

Un atributo puede ser cuantificado por varias métricas, dependiendo de cómo se realice la medición, esto es, un texto puede ser medido por la cantidad de caracteres, palabras o tamaño en bytes.

Lo anterior significa que una métrica debe ser comprendida en relación a los atributos que está cuantificando y a la entidad o sub-entidad que se encuentra asociada. Esto implica, además, identificar claramente el tipo de valor que se obtiene, en qué unidad se expresa ese valor y el tipo de escala que se usa, para poder realizar posteriormente un correcto análisis matemático y de interpretación.

El protocolo corresponde a la forma de realizar la recolección de datos, las reglas de procedimiento y conteo, de esta manera es posible analizar y derivar, en algunos casos, a herramientas automáticas o semi-automáticas que realicen esta tarea, en este caso el protocolo corresponde al algoritmo utilizado para recolectar los datos, dejando claramente establecido que una métrica puede tener uno o más protocolos. El fin último del protocolo es asegurar la repetitividad y replicabilidad del proceso de medición.

Las métricas pueden ser directas o indirectas, y están en estrecha relación con la cuantificación directa o indirecta de los atributos a los cuales se encuentran asociadas. En el caso de las métricas indirectas es necesario determinar cuál es la ecuación que formaliza ese atributo indirecto. Los atributos directos no se pueden descomponer, y los atributos indirectos están conformados por una relación de atributos directos.

De esta forma, este modelo permite representar a los atributos relacionados con sus entidades y sub-entidades como a la jerarquía de las entidades y sub-entidades, dando así una visión “navegable” desde el punto de vista de las entidades y atributos del sitio Web a evaluar.

4 Sistemas Hipermedia Educativos Adaptativos (SHEA)

Un sistema hipermedia adaptativo SHA construye un modelo a través de la interacción con el usuario, con el fin de adaptarse a las necesidades de éste [2]. Un modelo imperante [9] sostiene que un SHA está formado por tres componentes: el Modelo del Dominio, el Modelo del Usuario, y el Modelo de Adaptación. El modelo del Dominio estructura el conocimiento que se desea transmitir, almacena la información por conceptos, las relaciones de éstos con otros conceptos, y sus atributos [10]; el modelo del Usuario, tiene como objetivo representar la relación de cada sujeto con el conocimiento que se le desea transmitir [10]; y el modelo de Adaptación, ejecuta reglas que especifican qué y cómo se deben mostrar y comportar los elementos del sistema considerando el modelo de usuario, esto es la navegación y la presentación de contenidos [10].

Un SHEA es un SHA desarrollado con el objetivo fundamental de apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, basándose en que los usuarios-estudiantes difieren entre sí en sus características y capacidades propias para aprender.

Las adaptaciones de estos sistemas son varias y dependen por un lado de las percepciones visuales del usuario-alumno, en algunos casos motrices y de los estilos de aprendizaje y cognitivos por otro.

5 Propuesta

La propuesta que se presenta está en relación con los SHEA basados en estilos de aprendizaje y los atributos que debieran tener estos sistemas desde el punto de vista de la interacción educativa y su concordancia en su adaptación al estilo de aprendizaje del usuario-alumno.

Para determinar los atributos y métricas es necesario seguir una secuencia que a continuación se indica:

- Determinar las características del estilo
- Determinar las estrategias instruccionales acordes con las características del estilo
- Definir los atributos del SHEA en base a las estrategias instruccionales
- Definir la o las métricas para cada atributo.

Si bien la literatura relativa a los estilos de aprendizaje es amplia y existen diversas propuestas [11], [12], [13] y [14], para la siguiente propuesta trabajaremos los estilos planteados por [11].

Esta taxonomía se basa en cuatro estilos de aprendizaje, a saber: activo, reflexivo, teórico y pragmático. Para cada uno de ellos define una serie de características propias del estudiante y de cuáles son sus preferencias de trabajo para el aprendizaje. Para que un SHEA se adapte a estos estilos, no sólo requiere de adaptaciones en el contenido y navegación que respondan a ello, sino que además requiere de adaptaciones en las estrategias instruccionales, que son aquéllas que producen una directa interacción entre el sistema y el usuario.

En este sentido para el estilo cognitivo “activo” planteado por [11], esta propuesta metodológica parte del análisis de las características principales del estilo:

- Intentar cosas nuevas, nuevas experiencias, nuevas oportunidades
- Competir en equipo, resolver problemas en equipo, encontrar personas de mentalidad semejante para dialogar, dirigir debates y reuniones
- Generar ideas sin formalismos ni estructura, cambiar y variar las cosas, arriesgarse, sentirse ante un reto con recursos inadecuados, intentar algo diferente;

Las estrategias instruccionales planteadas en [15] y [16] plantean entre otras el tipo de aprendizaje, foco del aprendizaje, soporte al aprendizaje, control del aprendizaje, agrupación para el aprendizaje e interacción para el aprendizaje.

Así, determinadas las características del estilo y las estrategias instruccionales que les corresponden se procede a definir los atributos y métricas para ese estilo en particular, ver tabala 1.

En la tabla 1 se muestran cuatro atributos que están en relación a las estrategias instruccionales y que indican el tipo de interacción pedagógica que debe existir entre el sistema y el usuario-esudiante correspondiente al estilo Activo.

Estilo de aprendizaje	Atributos	Métricas
Activo	1. Control centrado en el estudiante	1.1 Grado de determinación de objetivos
		1.2 Grado de selección de contenidos
		1.3 Grado de opciones de navegación
		1.4 Grado de selección de actividades
	2. Trabajo interdisciplinario	2.1 N° de materias
		2.2 N° de áreas
	3. Trabajo en pares, equipos y/o grupos	3.1 Relación actividades grupales v/s actividades individuales
		3.2 N° de miembros por actividad
	4. Interacción con pares	4.1 Intercambio vía foros
		4.2 Intercambio vía e-mail

Tabla 1. Propuesta de atributos y métricas para el estilo de aprendizaje Activo

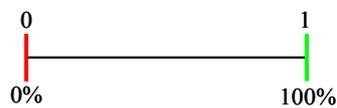
El primer atributo entendido como un continuo entre el control que ejerce el profesor y el estudiante, se mide en grados de participación del último como lo muestran los puntos 1.1 al 1.4. En el segundo atributo, se mide la relación entre el número de materias de una misma área, por ejemplo área científica, y distintas áreas que intervienen si se da el caso. Al tercer atributo se le asocian métricas que muestren la diferencia entre las actividades individuales y grupales, y el número de estudiantes que participan en conjunto por actividad. Para el cuarto atributo se muestran dos métricas para evaluar la participación y el intercambio con sus pares por medio de foros y correo electrónico. Sin duda alguna, lo anterior nos muestra que mientras más se caracterice un estilo de aprendizaje, con mayor precisión se obtendrán sus atributos.

Definir más detalladamente una métrica implica establecer con claridad el tipo de variable, los posibles valores de ésta, su escala y unidad de medida.

De esta forma se establecen para la tabla 1 los criterios y variables que se indican a continuación:

Criterio elemental binario con variable discreta y absoluto:

$CrE(X_i) = \{(0, 0), (1, 100)\}$, donde 0 significa ausencia 0% y 1 significa presencia 100%. Quedando la escala de preferencia como:

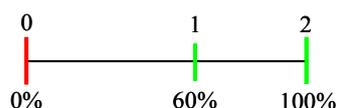


En el caso de la métrica 1.1 Grado de determinación de objetivos, representa el grado de toma de decisión por parte del usuario-estudiante en la selección de los objetivos y la libertad que tiene para ello en su totalidad, así el criterio establece el valor 0= no disponible 0% y el valor 1=disponible 100%.

Este mismo tipo de criterio es utilizado para las métricas 1.2, 1.3, 1.4, 2.2, 4.1 y 4.2 de la tabla 1.

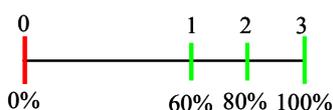
Criterio elemental multinivel con variable discreta y absoluto:

$CrE(X_i) = \{(0, 0), (1, 60), (2, 100)\}$, donde 0 significa ausencia 0%, 1 significa presencia básica 60% y 2 presencia básica más un *plus* 100% en el caso de tres niveles, cuya escala de preferencia definida como:



En el caso de la métrica 2.1 Número de materias, representa el número de materias involucradas en los objetivos de aprendizaje y que se representan en las distintas actividades. Así el criterio establece el valor 0= una materia; 1= dos materias y, 2= 3 o más materias.

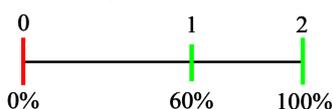
Un mismo tipo de criterio en cuatro niveles es aplicable a la métrica 3.2 Número de miembros por actividad, $CrE(X_i) = \{(0, 0), (1, 60), (2, 80), (3, 100)\}$, donde 0= trabajo individual; 1= trabajo en pares; 2= trabajo en equipo y; 3= trabajo en grupo, quedando la escala de preferencia como:



Criterio multivariable, multinivel y absoluto:

En el caso de la métrica 3.1 Relación de actividades grupales v/s actividades individuales, se define un criterio multivariable, multinivel y absoluto, en donde se evalúa la diferencia entre los dos tipos de actividades, aG-aI, siendo 0= diferencia negativa; 1= diferencia nula y, 2= diferencia positiva.

$CrE(X_i) = \{(0, 0), (1, 60), (2, 100)\}$, quedando la escala de preferencia como:



6 Conclusiones

La propuesta presentada bajo la óptica de la interacción pedagógica, parte desde el análisis de las características que presenta cada estudiante y que lo clasifica en determinado estilo de aprendizaje. Estas características son las que permiten en conjunto con las estrategias instruccionales determinar los atributos del sistema y sus métricas, estableciendo sus definiciones de manera clara, con sus unidades de medida y escalas de preferencia.

Lo anterior implica que mientras mayor sea la caracterización de los estilos de aprendizaje, más precisos serán los atributos y sus métricas, planteándose así una metodología de cascada que se inicia con las características del estilo, las estrategias

instruccionales asociadas a esas características, y de manera consecutiva, se definen los atributos y sus métricas.

La validez del planteamiento de las métricas se basan en establecer qué es lo que se necesita medir y no en cómo se llevarán a cabo, esto último es un proceso posterior y que debe ser considerado una vez establecidas todas las métricas. Esta secuencia debe tenerse muy en claro para que no afecte, tanto de manera consciente como inconsciente, la definición de ellas.

Aunque la propuesta aquí presentada está basada en el estilo activo planteado por [11], esta metodología es válida para todos los estilos como también para cualquier taxonomía formulada en otras teorías de estilos de aprendizaje.

Solo en presencia de un SHEA de estas características será posible establecer los protocolos correspondientes a las mediciones, cuáles serán los procesos de recolección de datos y si estos procesos serán realizados mediante técnicas manuales, automáticas o una combinación de ellas.

La propuesta aquí planteada corresponde a la validez interna del sistema, esto es, cómo éste se comporta, cómo se adapta al usuario, y cómo esas adaptaciones del sistema responden al tipo de interacción pedagógica que debe establecerse con un usuario-estudiante de características de estilo de aprendizaje específicas.

Referencias

1. Bevan, N., Kirakowski, J. y Maissel, J.: What is Usability. *Proceedings of the 4th International Conference on HCI, Stuttgart*, September (1991)
2. Bevan, N.: Quality in Use: Meeting User Needs for Quality. *Journal of System and Software*, Vol. 49, (1999) 89-96
3. Leighton Álvarez, H., García Peñalvo, F. J.: “Calidad en los Sitios Web Educativos”. Technical Report (DPTOIA-IT-2003-002), Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca (España). <http://tejo.usal.es/inftec/2003/DPTOIA-IT-2003-002.pdf>. November (2003)
4. Nielsen, J.: *Usability Engineering*. Academic Press Professional New York (1993)
5. Olsina, L.: Metodología Cuantitativa para la Evaluación y Comparación de la Calidad de Sitios Web. PhD.Thesis, Universidad Nacional de La Plata-Argentina (1999)
6. Olsina, L.: Métricas, Criterios y Estrategias para Evaluar Calidad Web. En Jornadas de Actualización en Informática de la Facultad de Ingeniería, JAIFI'02. On line: <http://www.ing.unlpam.edu.ar/jaifi2002/Jaifi2002.pdf>. (2002) [consulted last time: 20-january-2003]
7. Olsina, L., Lafuente, G. y Rossi, G.: Specifying Quality Characteristic and Attributes for Web Sites. En S. Murugesan y Y. Deshpande (Eds): *Web Engineering. Managing Diversity and Complexity of Web Application Development*. Lecture Notes in Computer Science. Springer Verlag LNCS 2016. (2001) 266-278
8. Olsina, L., Bertoa, F., Lafuente, G., Martín, M., Katrib, M. y Vallecillo, A. (2002). Un marco conceptual para la definición y explotación de métricas de

calidad. En actas de Jornadas de Ingeniería de Software y Bases de Datos (JISBD'02), Madrid.

9. Wu, H., De Bra, P., Aerts, A. y Houben, G.: Adaptation Control in Adaptive Hypermedia Systems. In *Proceedings of the International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, AH2000*. Trento, Italy. Lecture Notes in Computer Science, LNCS 1892 Springer-Verlag, (2000) 250-259
10. Leighton, H., Berlanga, A. y García, F.: La Interacción en los Sistemas Hipermedia Adaptativos: Un Enfoque Cognitivo. En *Actas de Challenges 2003, III Conferencia Internacional de Tecnologías de Informação e Comunicação na Educação, 5º Simpósio Internacional em Informática Educativa*. Braga, Portugal, (2003) 609-619
11. Alonso, C., Gallego, D., Honey, P.: Los Estilos de Aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora. Ediciones Mensajero Bilbao (1997)
12. Felder, R.: Matters of Style. *ASEE Prism*: Vol. 6(4) (1996) 18-23
13. Jonassen, D. & Grabowski, B.: *Handbook of individual differences*. Lawrence Erlbaum Associates Hillsdale, N.J. (1993)
14. Sarasin, L.: *Learning Style Perspectives: Impact in the Classroom*. Atwood Publishing Madison, WI (1998)
15. Reigeluth, C. M. y Moore, J.: Cognitive Education and the Cognitive Domain. In Reigeluth, C. M. (Eds) *A New Paradigm of Instructional Theory – Vol. II*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc, Publishers (LEA) USA (1999) 51-68
16. Alessi, S., Trollip, S.: *Multimedia for Learning. Methods and Development*. Allyn and Bacon Boston (2001)