

Adaptación dinámica de contenidos educativos en dispositivos móviles

María Lucía Barrón Estrada, Ramón Zatarain Cabada, Luis Carlos Santillán Hernández.

Departamento de Sistemas y Computación
Instituto Tecnológico de Culiacán, México

Resumen. Los dispositivos móviles actualmente están siendo utilizados para proveer aplicaciones educativas que puedan ser usadas a cualquier hora y en cualquier lugar. Los cursos educativos normalmente son desarrollados como aplicaciones para computadoras de escritorio tradicional que tienen características muy diferentes a los dispositivos móviles. Debido a esto, surge la necesidad de adaptar los cursos tradicionales a esta nueva tecnología. Los principales retos que esto presenta consisten en adaptar el contenido educativo de un curso a las especificaciones técnicas del dispositivo móvil como son: resolución de pantalla, formato de sonido, video soportado, etc. En este artículo se propone un sistema dinámico/adaptativo de interfaces para la visualización de cursos de aprendizaje móvil. El sistema de interfaces se basa en un marco de trabajo para facilitar la adaptación inteligente de contenidos educativos en dispositivos móviles, empleando como herramienta de creación de cursos móviles MLTutor [2].

1 Introducción

Las nuevas tecnologías, como son los PDA's, teléfonos celulares, dispositivos móviles, etc., aplicadas a la educación han contribuido a formar el concepto de aprendizaje móvil o *m-learning*, el cual ha sido adoptado a nivel mundial por diversas instituciones, revolucionando así los métodos de enseñanza. El aprendizaje móvil puede estimular un cambio para perfeccionar el nivel educativo de los usuarios o estudiantes.

Las más importantes definiciones de aprendizaje móvil convergen en las siguientes características: un servicio que provea aprendizaje con información electrónica y contenido educativo y ayuda en la adquisición del conocimiento sin importar lugar y tiempo.

Las aplicaciones educativas electrónicas, normalmente se desarrollan como aplicaciones para computadoras de escritorio (PC) las cuales tienen características físicas como tamaño de pantalla, capacidad de memoria, velocidad de procesamiento, etc., que difieren en gran medida de las características técnicas de los dispositivos móviles, siendo estas últimas más limitadas. Como consecuencia de las limitaciones

de recursos técnicos en los dispositivos móviles, la correcta visualización del contenido educativo de los cursos electrónicos tradicionales, requiere un proceso de adaptación que permita mostrar de forma adecuada los diferentes objetos de aprendizaje que contiene la aplicación educativa. Además las interfaces usadas en los dispositivos móviles deben cumplir con requisitos de usabilidad establecidos que faciliten la navegación en el curso electrónico y garanticen el aprendizaje de los usuarios del mismo.

En este artículo, se presenta el proceso implementado para que el contenido de un curso desarrollado con la herramienta de autor MLTutor pueda ser adaptado para su correcta visualización en distintos dispositivos móviles, empleando para ello la plataforma Java ME [4].

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera: en la sección 2, se muestra una breve descripción de la creación de cursos y se describe la estructura jerárquica de un curso en MLTutor. En la sección 3, se menciona una reseña de los dispositivos móviles y restricciones que poseen en comparación con las PCs. En la sección 4, se muestra la plataforma de adaptación de contenido e implementación. En la sección 5, se muestran algunas pruebas con la herramienta MLTutor. La sección 6 describe los trabajos relacionados y por último en sección 7 se muestran las conclusiones.

2 Cursos Móviles Inteligentes con MLTutor

MLTutor es una herramienta de autor que permite a un instructor crear material educativo que se puede exportar para su utilización en dispositivos móviles [1]. El autor puede crear una aplicación educativa que incluya diferentes componentes tales como: texto, imágenes, cuestionarios, etc., y características específicas de acuerdo al perfil del estudiante, definido a partir de su estilo particular de aprendizaje, evaluaciones en cursos pasados, recursos recomendados, nivel de estudios, y promedio general actual. Los cursos generados por la herramienta se adaptan al mejor estilo de aprendizaje del estudiante. Los estilos de aprendizaje se basan en la teoría de múltiples inteligencias de Gardner [2] y en el modelo de estilos de aprendizaje de Felder y Silverman [3].

2.1 Técnica de IA

Dentro de la herramienta *MLTutor* existe una interfaz especial para ayudar al autor cuando este construye el curso. La interfaz gráfica muestra al usuario una ventana de edición para la creación de Funciones de Membrecía Difusas. Como Entradas existen siete variables difusas definidas. Estas son:

- Orden de selección de las respuestas
- Número de respuestas correctas
- Tiempo utilizado en los cuestionarios

- Tiempo utilizado en los temas
- Número de intentos hasta responder correctamente una pregunta
- Número de visitas a una pregunta
- Número de visitas a un tema

Los valores de Salida son ingresados a una red neuro-difusa, la cual ha sido entrenada previamente con valores reales. La salida de la red neuro-difusa es el tipo de inteligencia que según el desempeño del estudiante es la más indicada para él. Con respecto a la red neuro-difusa y con la finalidad de optimizar el conjunto de pesos (*weights*) que intervienen en ella, se implementó un algoritmo genético. Los pesos son ordenados utilizando el algoritmo *Bucket Sort*, ordenando primero por capas, después por neurona de la cual sale la arista y por último por la neurona a la cual llega la arista. De esta forma se obtiene, como se habrá podido deducir un cromosoma cuyos genes son números reales. La red neuro-difusa fue entrenada para 800 generaciones, con una población de 150 cromosomas.

La salida del editor es un curso tipo MITS (*Mobile Intelligent Tutoring System*) en formato XML o un archivo SCORM que puede ser visualizado en cualquier sistema administrador de cursos (LMS) que lea archivos SCORM. Cuando se exporta el curso a un dispositivo móvil, junto a él va un intérprete o *parser* XML. Este intérprete contiene también la red Neuro-difusa y tiene la tarea de desplegar el material del curso en el dispositivo móvil, según el estilo de aprendizaje del estudiante o usuario del curso.

2.2 Creación de cursos

Un curso electrónico que se crea con la herramienta MLTutor, tiene la ventaja de ser adaptativo para visualizarse en un dispositivo móvil y personalizado de acuerdo al estilo de aprendizaje del usuario o estudiante para ofrecer un camino de aprendizaje de acuerdo a las necesidades de cada usuario. La creación de cursos con MLTutor se describe a detalle en [1].

2.3 Estructura Jerárquica de Curso

En la Figura 1 se muestran las tres capas que componen la estructura jerárquica de un curso creado con la herramienta MLTutor. El objetivo de la capa de presentación es mostrar el curso al alumno, la capa de inicio contiene el menú principal del curso y finalmente la capa de contenido, muestra la estructura y la información de cada tema y cuestionario.

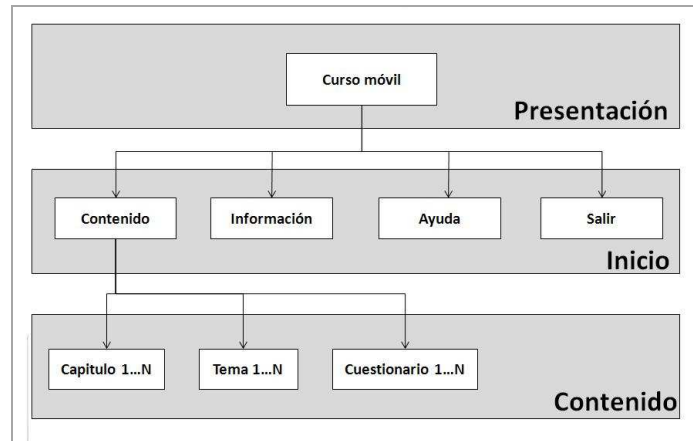


Fig. 1 Representación jerárquica de la estructura de un curso en MLTutor.

3 Limitaciones de los dispositivos móviles

La visualización de información en dispositivos móviles, se enfrenta a grandes limitaciones a causa del tamaño de la pantalla, memoria y formatos de audio y video soportados. Parece imposible, simplificar la visualización de aplicaciones para computadoras de escritorio a dispositivos móviles.

En comparación con computadoras de escritorio, los dispositivos móviles tienen muchas restricciones, que los investigadores deben considerar cuando desarrollan aplicaciones de visualización.

Hao y Zhang[5], mencionan que los desarrolladores, han comenzado a diseñar métodos de visualización para dispositivos móviles, concluyendo que no es posible, simplificar diseños de métodos de visualización para aplicaciones de escritorio, con el fin de adaptarse a dispositivos móviles. Esto es a causa de las limitaciones de técnicas esenciales en escalas menores. Desafortunadamente, es poco probable que desaparezcan en un futuro muchas de estas limitaciones, porque los dispositivos móviles deben seguir siendo de tamaño compacto para ser prácticos.

3.1 Tamaño de Pantalla

A diferencia de las PC, los dispositivos móviles poseen un tamaño de pantalla pequeño. Las pantallas en dispositivos móviles son muy limitadas debido al tamaño de los mismos, y poseen diversas limitaciones como son: baja resolución, pocos colores y otros factores. El principal desafío en la creación de interfaces para aplicaciones móviles es, mostrar interfaces complejas y el tamaño de la fuente requerido por la pantalla pequeña.

3.2 Tamaño de Memoria

Otra limitación que presentan los dispositivos móviles, es el tamaño de memoria que disponen. Las computadoras de escritorio están evolucionando rápidamente, en cuanto a sus capacidades de hardware específicamente en su capacidad de almacenamiento. Eso representa una gran diferencia con los dispositivos móviles, en los cuales no es posible procesar grandes cantidades de datos, almacenar video, imágenes y archivos de audio de gran tamaño.

3.3 Formatos de audio y video

Otra limitación que poseen los dispositivos móviles es la falta de capacidad para reproducir archivos de audio y video. Actualmente es común que los dispositivos móviles soporten el formato de audio MP3, el cual es frecuentemente utilizado. El formato de video soportado por la mayoría de los dispositivos móviles es 3GPP [6], a diferencia de las computadoras tradicionales de escritorio, las cuales normalmente soportan todos los formatos de video existentes.

4 Plataforma de Adaptación de Contenidos

Los objetos o material de aprendizaje mostrados en el curso móvil, deben de adaptarse de manera correcta de acuerdo a las características técnicas del dispositivo móvil en el que se visualicen. Se entiende por objetos de aprendizaje, todos aquellos elementos que forman parte del curso móvil y que proveen aprendizaje al usuario o estudiante.

La adaptación de contenido, resuelve el problema del tamaño de texto, tamaño de imágenes y permite mostrar los objetos de aprendizaje, de acuerdo a las capacidades del dispositivo móvil en el que se muestra el curso.

En la Figura 2, se muestra el marco de trabajo utilizado para lograr la adaptación de contenido del curso creado con la herramienta MLTutor, aumentando así el nivel de usabilidad del conjunto de interfaces que forman el curso móvil.

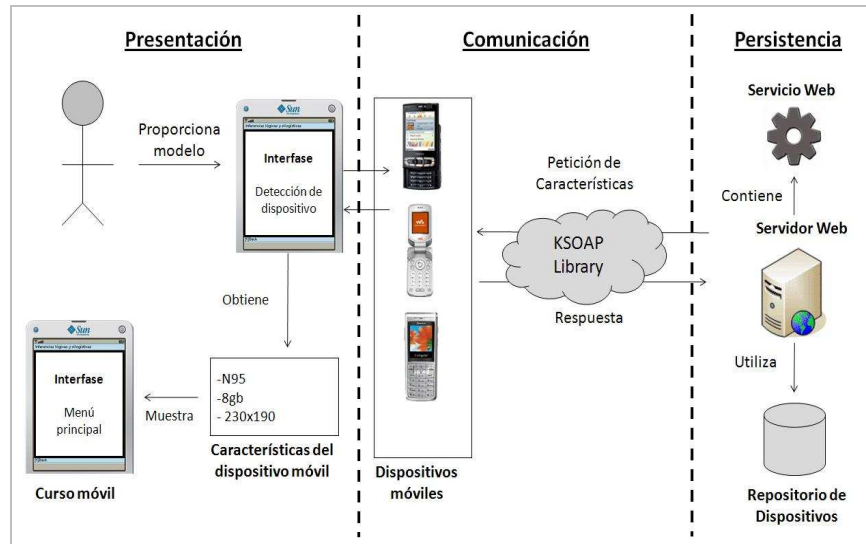


Fig. 2 Marco de trabajo para la adaptación de contenido

4.1 Capa de presentación

Los elementos que forman parte de la capa de presentación, son: el usuario, la interfaz de detección de dispositivo y la interfaz principal del curso. El usuario es la persona que manipulará el curso, la interfaz de detección de dispositivo funge el papel de intermediaria entre el usuario y el curso, así como también es la encargada de recibir los datos correspondientes al dispositivo y la interfaz principal del curso será utilizada por el usuario para acceder al contenido del curso.

La capa de presentación muestra al usuario la interfaz para realizar la detección del dispositivo móvil. El usuario provee el modelo del dispositivo móvil iniciando la comunicación con la capa de persistencia. La importancia de la detección de dispositivo es obtener las características del dispositivo móvil específico a partir del modelo del mismo. Dichas características serán utilizadas para lograr la adaptación del contenido educativo en la pantalla del dispositivo móvil. El ciclo de este proceso comienza cuando el usuario realiza la petición de información y termina cuando los datos están disponibles para mostrarse.

4.2 Capa de comunicación

El objetivo de la capa de comunicación es establecer conexión, recibir y enviar peticiones de datos vía internet entre el dispositivo móvil y el servicio web. Una de las ventajas del servicio web es permitir el acceso a la información de forma remota siendo completamente transparente para el usuario. La importancia de esta capa se basa en el intercambio correcto de los datos que serán utilizados para realizar la

adaptación de contenido educativo en el dispositivo móvil. El proceso inicia cuando el usuario hace una solicitud de datos y la envía al servicio web. Una vez que recibe respuesta se encarga de regresar la información y termina cuando los datos son entregados a la capa de presentación. La librería que forma esta capa es KSOAP [7], la cual es la versión del protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*) [8] para dispositivos móviles. Este protocolo estándar es usado para comunicar distintas terminales a través de mensajes XML.

4.3 Capa de persistencia

El objetivo de la capa de persistencia es mantener la permanencia de los datos correspondientes a las características técnicas de los dispositivos móviles. La importancia de esta capa es atender las peticiones del usuario. El ciclo de vida de esta capa comienza cuando se requiere de una petición al servicio web y termina cuando la información es entregada a la capa de comunicación. La capa de comunicación será la encargada de transportar dichos datos.

Los elementos que conforman esta capa son: El servicio web, el servidor web y un repositorio de dispositivos móviles. El servidor web es el que contiene almacenado al servicio web y contiene las herramientas necesarias para brindar dicho servicio.

El servicio web es el encargado de atender las peticiones del dispositivo móvil accediendo para ello a un repositorio de dispositivos móviles. El objetivo de esta capa, es proveer una interfaz (Figura 3) a través de un servicio web para la favorecer la adaptación de contenido en el dispositivo móvil brindando las características técnicas del mismo.



Fig. 3 Interfaz del servicio web

Los métodos que forman parte del servicio web son:

- *getProperties*: a través de este método, cualquier usuario de un curso móvil puede obtener características técnicas (almacenadas en un repositorio de dispositivos) de un dispositivo móvil enviando como parámetro el modelo del dispositivo, para que se realice una correcta adaptación de contenido a partir de dichas características. El formato usado para obtener la respuesta es llamado “vista separada por comas” (CSV por sus siglas en inglés). En la Figura 4 se muestra un ejemplo de los datos obtenidos bajo el formato CSV.

35,sonny,w800,1,x,2000,61,50,17,17,20,50,0,1,0,0,0,1,0,0,0

Fig. 4 Interfaz del servicio web

- *getPropertiesXML*: este método, al igual que el anterior obtiene características técnicas de un dispositivo móvil en específico, con la diferencia del formato en el que se obtiene. El formato obtenido tiene la estructura del lenguaje XML, dando al usuario la facilidad de trabajar bajo este formato. En la Figura 5 se ilustra un ejemplo de los datos obtenidos en formato XML.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <device>
  <id>37</id>
  <marca>pantech</marca>
  <modelo>d500</modelo>
  <wireless>1</wireless>
  <memoria>3000</memoria>
  <sisistemaOperativo>pantech sa</sisistemaOperativo>
  <altoPantalla>1</altoPantalla>
  <anchoPantalla>1</anchoPantalla>
  <renglonesPantalla>17</renglonesPantalla>
  <columnasPantalla>17</columnasPantalla>
  <minimoImagen>17</minimoImagen>
  <maximoImagen>1</maximoImagen>
  <amr>0</amr>
  <midi>1</midi>
  <mp3>1</mp3>
  <wav>0</wav>
  <flv>0</flv>
  <mpeg>0</mpeg>
  <gp>0</gp>
  <mov>0</mov>
  <mp4>0</mp4>
  <wmv>1</wmv>
</device>
```

Fig. 5 Formato XML de características de un dispositivo móvil

El repositorio de dispositivos es un compendio de datos donde se encuentra concentrada la información acerca de las características técnicas de una gran variedad de dispositivos móviles, tales como:

- General.-Marca, modelo, tarjeta de red inalámbrica, tamaño de memoria y sistema operativo.
- Formatos de sonido.-Mp3, wav, flv y midi.
- Pantalla.- Alto, ancho, tamaño máximo de imágenes, columnas y renglones.
- Formatos de video.-Mp4, mov, flv, mpeg, 3gp y wmv.

El objetivo principal del repositorio es servir de soporte al servicio web a partir del cual identifica las características técnicas de los dispositivos móviles que se soliciten por el usuario.

4.4 Ventajas de Servicios Web

El uso de servicios web para nuestro proyecto nos da la ventaja de contar con un sistema de software diseñado para soportar interoperabilidad máquina a máquina a través de una red de interacción. Esto quiere decir que nos garantiza la operación de múltiples plataformas ya sea a nivel hardware como de sistemas operativos. Por otra parte, el uso de lenguajes como Java y XML dentro de los servicios Web le da soporte a lo anterior.

5 Pruebas y Experimentos

Las pruebas se aplicaron a 10 estudiantes del Instituto tecnológico de Culiacán. También se aplicó la evaluación con un curso móvil antes y después de rediseñar y añadir las nuevas interfaces. Los dispositivos móviles utilizados para realizar las pruebas, de los cuales sus características se encuentran en el repositorio de dispositivos, son *Nokia*, *Sony Ericsson* y *Pantech*. La Figura 6 nos muestra varios ejemplos de la adaptación y presentación de contenidos de cursos en dispositivos móviles. La interfaz de la izquierda nos muestra la detección del dispositivo móvil en el cual se desplegará el curso. Las otras dos interfaces nos muestran una parte del material de preparación para el examen *Exani-II*, el cual es tomado por aspirantes a ingresar a un Instituto Tecnológico.

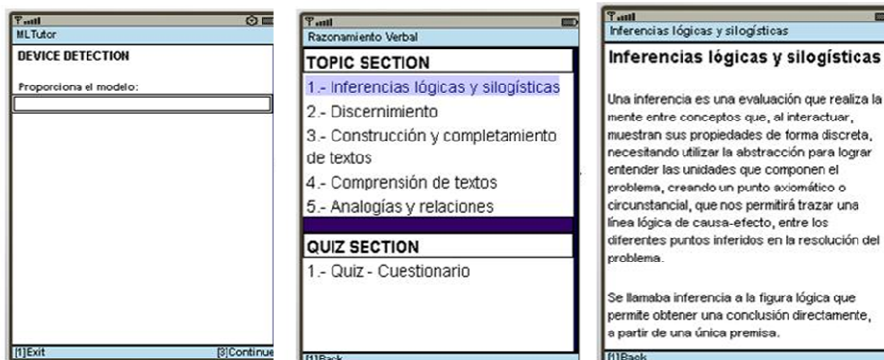


Fig. 6 Interfaces de detección de dispositivo y de contenido del curso

6 Trabajos Relacionados

Xinyou ZHAO y Toshio OKATOMO[9], proponen una arquitectura para aprendizaje móvil la cual detecta características del dispositivo móvil, así como también provee y recomienda contenido adaptativo para estudiantes después de analizar sus perfiles y redes sociales. Después de analizar esta propuesta podemos concluir que nuestro marco de trabajo se concentra principalmente en la adaptación de contenido educativo y la parte del perfil del estudiante mencionado en las contribuciones [5] y [6] y que es

considerado por la herramienta MLTutor. Por otra parte, Sambuc dos Anjos y José M. Parente de Oliveira[10], hacen referencia a la navegación en interfaces para aplicaciones de aprendizaje móvil, donde proponen el uso de mapas conceptuales para el apoyo de navegación en las interfaces. Además, Anastasios A. Economides[11] presenta un marco de trabajo general para la adaptación de aprendizaje móvil, donde el núcleo del sistema es un motor de adaptación que recibe datos de entrada para tomar decisiones probabilísticas que consisten de la adaptación del estado de la actividad educativa y el estado de infraestructura.

Nuestro marco de trabajo se concentra principalmente en la adaptación de contenido educativo y la parte del perfil del estudiante, mencionado en las contribuciones [5] y [6] y que es considerado por la herramienta MLTutor. Una ventaja semejante de [9] a la de nuestro marco de trabajo es la adaptación de contenido, con la desventaja que en la arquitectura propuesta el dispositivo móvil debe tener una conexión permanente a Internet. Esto implica un enorme gasto al momento de acceder a Internet y limita el uso de dispositivos móviles sin capacidades de conexión permanente a Internet. Una desventaja de [10] es que se enfoca principalmente al estudiante sin tomar en cuenta la forma en cómo se muestra la información en diferentes dispositivos móviles. Al utilizar MLTutor como herramienta para la creación de cursos móviles, se tiene la ventaja de que identifica y clasifica los estilos de aprendizaje del usuario basándose en la teoría de Múltiples Inteligencias de Gardner o Felder-Silverman.

7 Conclusiones

En este documento se propone un marco de trabajo el cual está formado por tres capas: Presentación, comunicación y persistencia. El objetivo principal de nuestro trabajo es lograr la adaptación de contenidos educativos en dispositivos móviles bajo la plataforma Java ME. Esta plataforma permite crear aplicaciones Java ejecutadas en dispositivos móviles.

Después de haber implementado el marco de trabajo utilizando como herramienta de creación de cursos a MLTutor, se puede concluir lo siguiente:

- Es posible mostrar el contenido educativo de manera adaptativa.
- La adaptación del contenido permite diversificar la tecnología en la cual se disponga del curso.
- La adaptación promueve el aprovechamiento de herramientas didácticas en tecnologías que son de uso cotidiano.

Referencias

- [1] R. Zatarain, M. L. Barrón, G. Sandoval *et al.*, “Authoring Mobile Intelligent Tutoring Systems,” in *Proceedings of the 9th international conference on Intelligent Tutoring Systems* Montreal, Canada, 2008.
- [2] H. Gardner, *Frames of Mind: The theory of multiple intelligences*, New York: Basic Books, 1993.

- [3] R. Felder, and L. Silverman, "Learning and Teaching Styles in Engineering Education," [*Engr. Education*, 78(7), 674-681 (1988)].
- [4] S. microsystems. "Java ME," 2008; <http://java.sun.com/javame/index.jsp>.
- [5] J. Hao, and K. Zhang, "A Mobile Interface for Hierarchical Information Visualization and Navigation," in *The International Symposium on Consumer Electronics (ISCE 2007)* Dallas, Texas, 2007.
- [6] "3GPP Specification detail," Marzo 2008; <http://www.3gpp.org/>.
- [7] Sourceforge.net. "KSOAP," Febrero 2008; <http://ksoap2.sourceforge.net/>.
- [8] W3C. "Simple Object Access Protocol (SOAP)," Enero 2009; <http://www.w3.org/TR/soap/>.
- [9] X. Zhao, and T. Okamoto, "A Device-Independent System Architecture for Adaptive Mobile Learning," in *Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2008.
- [10] L. S. d. Anjos, and J. M. P. d. Oliveira, "A Navigation Interface for Adaptive m-Learning Applications," in *Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)*, 2006.
- [11] A. A. Economides, "Adaptive Mobile Learning," in *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (ICHIT'06)*.