

Sistema ubicuo mediante telefonía móvil para el acceso a información académica

Antonio Peñalver Benavent¹

Federico Botella¹

Oscar Martínez Bonastre¹

¹ Centro de Investigación Operativa
Universidad Miguel Hernández
03202 Elche

{a.penalver, federico, oscar.martinez}@umh.es

Antonio Fernández-Caballero²

Pascual González²

² Instituto de Investigación en Informática
Universidad de Castilla-La Mancha
02071 Albacete

{caballer, pgonzalez}@info-ab.uclm.es

Resumen

En los últimos años, hemos asistido a la revolución de la telefonía móvil, la cual ha entrado de lleno en la sociedad y de la que hoy por hoy no se puede prescindir. A la par, el fenómeno Internet se ha extendido masivamente, convirtiéndose en la actualidad en un elemento de uso casi imprescindible en la vida cotidiana. A la unión de las dos tecnologías anteriores es a lo que se denomina "Internet móvil".

La potencia de los últimos dispositivos, los hacen adecuados para la ejecución de aplicaciones, que hasta hace poco sólo podían ser ejecutadas desde un ordenador conectado a la red.

La Universidad, y los entornos educativos en general, pueden verse beneficiados de este hecho, por lo que proponemos el desarrollo de un sistema ubicuo que permita a los alumnos acceder a información de interés desde cualquier lugar con ayuda únicamente de un teléfono móvil.

Palabras clave:

Aplicaciones móviles, Interacción persona ordenador, Adaptabilidad, Usabilidad, Internet.

1. Introducción

Con el paso de los años, el ser humano ha demostrado nuevas habilidades y destrezas en el desarrollo de nuevas tecnologías. La red Internet juega un papel fundamental en todos los ámbitos profesionales. Gracias a ella y a los avances en telefonía móvil, las personas pueden acceder a cualquier tipo de información en cualquier

momento; y en este sentido, el sector de la educación puede ser uno de los grandes beneficiados.

La proliferación de nuevos dispositivos electrónicos con capacidad de comunicación, como teléfonos móviles, PDA's, etc. crea una nueva demanda de información para entidades que están presentes en la red, en especial, las Universidades, que tendrá como características principales la instantaneidad y precisión de la información.

En esta nueva sociedad global de la información, en la que el ordenador, y por supuesto Internet, se están introduciendo de manera imparable en las aulas, es posible llevar a cabo un cambio cultural, necesario para permitir la adaptación de la comunidad universitaria a un mundo en constante evolución tanto por parte de los alumnos como de los profesores.

A partir de esta realidad, podemos plantear el desarrollo de aplicaciones que, empleando este tipo de dispositivos, permita al alumno consultar información de interés en el transcurso de sus estudios, como horarios y aulas de exámenes, tutorías de profesores, notas, etc.

En el presente artículo proponemos la arquitectura de un sistema ubicuo para el acceso a información académica empleando para ello dispositivos móviles de última generación.

La extensión de Internet ha cambiado la forma en que muchas personas interactúan con los ordenadores. Alrededor de este hecho se ha creado una nueva cultura que propicia el desarrollo de

entornos de computación ubicua más allá de los existentes cuando se propuso este concepto [9]. La Web proporciona una infraestructura de comunicaciones que permite el acceso a multitud de información y servicios desde casi cualquier ordenador conectado, incluyendo dispositivos móviles como teléfonos y PDA's.

Por otra parte, además de la creación de una infraestructura para información ubicua, en la última década hemos sido testigos de la proliferación de las comunicaciones móviles digitales, inicialmente mediante el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) [5] que ha dado paso recientemente a la tercera generación de dispositivos conocida como UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) [10].

Un teléfono móvil actual puede ejecutar aplicaciones como agenda, juegos o cualquier otra que emplee la tecnología Java J2ME [11], además de captar imágenes fijas o en movimiento, conexión a Internet y características básicas de reconocimiento de voz. La posibilidad de emplear cualquier dispositivo móvil, aunque no sea el propio dispositivo del usuario, sin más que insertar su propia tarjeta SIM, permite que para muchos usuarios el sistema empleado sea menos importante que el acceso que permite a la información digital. Por último, estos dispositivos tienen otra importante propiedad asociada a los dispositivos de computación ubicua desde su origen: pueden ser usados por cualquier usuario en cualquier lugar, incluso cuando viajan.

Si bien algunas Universidades ya han comenzado desarrollos que permiten el acceso a información docente desde dispositivos móviles, éste se realiza desde teléfonos compatibles con protocolo WAP (Wireless Application Protocol) [12], y se trata de páginas desarrolladas en lenguaje de marcado WML (Wireless Markup Language) [13], [14]. Así, en el año 2000, la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) creó el primer portal universitario de telefonía móvil basado en tecnología WAP, con servicios que incluyen consulta de calificaciones de determinadas asignaturas, así como diferentes informaciones sobre su Universidad [7]. Más tarde en la Universidad de Sevilla, el departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos ha desarrollado un portal WAP con funcionalidad

similar [8]. En todos ellos es imprescindible estar conectado para consultar la información. Nuestra propuesta incluye el empleo de una tecnología diferente, basada en el lenguaje Java, que permite consultar la información de forma desconectada, una vez recibida la información y almacenada en el teléfono.

El resto del artículo está organizado como sigue: en el apartado 2 realizamos una introducción al concepto de computación ubicua en el contexto del acceso a información docente. En el apartado 3 justificamos las tecnologías empleadas, en el apartado 4 describimos la arquitectura del sistema propuesto y en el apartado 5 incluimos las conclusiones obtenidas así como posibles desarrollos futuros.

2. Computación ubicua

La computación ubicua es un concepto introducido por Weiser [9] el cual proponía ya en el siglo pasado que la computación se movería para estar al alcance de nuestras manos en los lugares donde solemos pasar la mayor parte de nuestro tiempo ya sea en nuestros puestos de trabajo o en nuestros espacios de ocio.

La forma de interactuar con estos sistemas de computación debe ser completamente distinta a la interacción que realizamos con los ordenadores de sobremesa, y nos comunicamos con estos nuevos dispositivos con una interacción que podríamos denominar natural [1], pues utilizamos la voz, las huellas digitales o la mirada.

Los sistemas de dialogo para la interacción con los dispositivos utilizados en computación ubicua se incluyen en un área en creciente expansión y, dentro de estos, los sistemas aplicados a entornos educativos [4].

Pero la utilización de dispositivos móviles en entornos educativos puede ofrecer un grado de rendimiento elevado cuando la interacción con otros sistemas fijos o ubicuos puede realizarse en modo desconectado, no siendo necesario mantener ocupado el canal de comunicación. Esto permite optimizar los accesos concurrentes al sistema central en el que reside la información, así como abaratar los costes de conexión, puesto que debemos tener en cuenta que los usuarios finales

de nuestro sistema serán alumnos universitarios, para los cuales será un factor decisivo en el éxito de la implantación y uso del mismo.

En este trabajo presentamos un sistema de acceso a información en entornos académicos que permitirá a los alumnos acceder a información personal o pública relativa a las materias de estudio que está cursando a lo largo de un periodo académico, ya sea un curso académico anual o bien el expediente completo de su titulación. Como dispositivo móvil hemos elegido los actuales teléfonos móviles que permiten la programación mediante Java2ME dado que la tendencia actual es la convergencia de las PDA en dispositivos de computación y comunicación móvil integrados.

Como la inmensa mayoría de los actuales alumnos universitarios disponen de teléfono móvil (en una encuesta reciente en nuestra universidad más del 95% de los alumnos de un curso disponían de dispositivos de este tipo) y que cada vez son más los teléfonos que permiten la programación en lenguaje Java, consideramos que el sistema desarrollado puede ser ampliamente usado por nuestros estudiantes.

3. Tecnologías empleadas

Para el desarrollo de la aplicación se ha elegido el lenguaje de programación Java, pues sus características lo hacen adecuado para el propósito planteado: Seguridad, Robustez y, sobre todo, Portabilidad; la variedad de dispositivos existentes en el mercado condiciona que la aplicación deba ser compatible con todos ellos. Como es conocido por todos la portabilidad es una de las características inherentes al lenguaje Java, también en el caso de los dispositivos móviles, por lo que esta opción era más adecuada que abordar el desarrollo para alguna plataforma concreta como podría ser Symbian [15].

Las tecnologías Java se agrupan en varias familias, cada una de ellas adecuada para el desarrollo de distintos tipos de aplicaciones:

- Java 2 Standard Edition (J2SE) [16], orientada a ordenadores de sobremesa (aplicaciones de usuario, applets, etc...).

- Java 2 Enterprise Edition (J2EE) [17], orientada al desarrollo de aplicaciones para servidores utilizados en un entorno empresarial. Incluye la clase servlet para el desarrollo de aplicaciones en el servidor.
- Java 2 Micro Edition (J2ME) [11], que es un subconjunto de J2SE orientado al desarrollo de aplicaciones Java destinadas a dispositivos con pocos recursos y capacidades restringidas, como teléfonos móviles o asistentes personales digitales (PDA's). Incluye la clase midlet para el desarrollo de aplicaciones en el cliente.

La aplicación emplea los dos últimos tipos: J2EE para el servidor y J2ME para la aplicación en el dispositivo móvil. La arquitectura J2ME, está diseñada con especial hincapié en la escalabilidad y flexibilidad. Aunque no es posible predecir hoy qué dispositivos pueden crearse en el futuro, la arquitectura J2ME deberá estar lista para adaptarse a ellos [2] gracias a las características anteriormente descritas.

4. Arquitectura propuesta

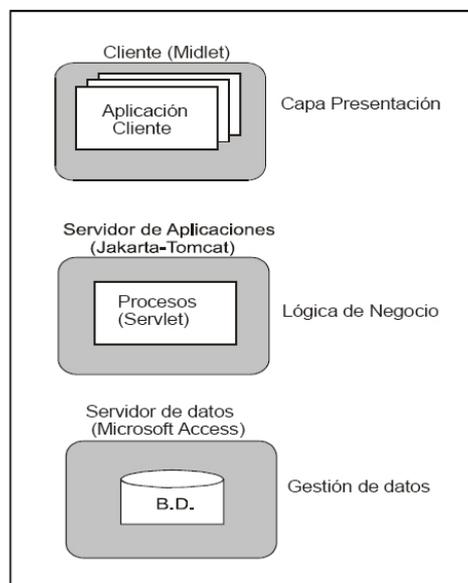


Figura 1. Arquitectura Propuesta

4.1. Introducción

Para el desarrollo de una aplicación de estas características se ha optado por emplear una arquitectura cliente-servidor. La figura 1 muestra la arquitectura propuesta, donde:

- **Gestión de datos:** comprende la parte de la aplicación encargada del acceso a la base de datos para recuperar la información solicitada desde el dispositivo móvil. Emplea JDBC (Java Database Connectivity) [20] como nivel intermedio entre esta capa y la siguiente. De esta forma, un cambio en el gestor de la base de datos empleado no requeriría modificaciones en la aplicación, sino que sólo sería necesario sustituir el driver JDBC por otro apropiado para el nuevo gestor.
- **Lógica de negocio:** esta capa contiene el servlet de Java que recibe e interpreta las peticiones del cliente y genera las consultas a la base de datos, devolviendo la información solicitada.
- **Capa presentación:** incluye el código Java J2ME ejecutado en el dispositivo móvil. Este apartado se explica con mayor detalle en el apartado 4.2 "Interfaz de usuario".

4.2. Interfaz de usuario

El desarrollo de aplicaciones en un entorno de computación ubicua requiere prestar una especial atención al interfaz de usuario [3]. El dispositivo que se empleará para el acceso a la información es un teléfono móvil con una pantalla de reducido tamaño, por lo que el interfaz desarrollado debe ser adecuado a esta limitación. Además, de todos es conocida la dificultad o incomodidad de introducir información desde el teclado del teléfono (si se compara con un PC clásico), por lo que se ha diseñado la aplicación para que la introducción de información por el usuario utilice el teclado el menor número posible de veces. Para ello, los botones de selección del dispositivo permiten el acceso a las diferentes pantallas de la aplicación y la navegación por los diferentes menús.

Como se puede observar en la figura 2, la interfaz muestra textos cortos para que puedan ser visualizados en la pantalla del terminal. En el panel de la izquierda se muestran las abreviaturas de las asignaturas en las que el alumno se ha matriculado, y en la derecha las diferentes opciones disponibles: información sobre notas, fechas de examen y tutorías.



Figura 2. Pantalla de selección de asignaturas

Además para facilitar la navegación se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- En el título o cabecera de cada pantalla aparece el nombre de la sección en la que se encuentra (NOTAS, TUTORÍAS, FECHAS EXÁMENES)
- Desde todas las pantallas se puede volver a la pantalla principal (botón Menú) o se puede salir de la aplicación (botón Salir).
- La búsqueda de información se realiza por asignatura. Se dispone de una pantalla común a las tres secciones en la que se visualizan las siglas de las asignaturas en las que se encuentra matriculado el alumno. La selección

de una de ellas se hace empleando las teclas de dirección del móvil

La figura 3 muestra el contenido de la pantalla de información relacionada con las calificaciones obtenidas por el alumno y la fecha de revisión de una de sus asignaturas.



Figura 3. Pantalla de calificaciones y revisión

4.3. Servidor

La aplicación que se ejecuta en el servidor se ha desarrollado empleando la tecnología servlets de Java. El servlet se ejecuta en un servidor de aplicaciones Apache Tomcat, que es el servidor de aplicaciones propuesto oficialmente por el proyecto Jakarta [6] para el soporte a aplicaciones Web desarrolladas en Java. El servidor de aplicaciones accede a una base de datos con ocho tablas Alumnos, Asignaturas, Profesores, Examen, Tutorías, Matrícula, Notas y Revisión que recoge la información que más tarde se mostrará al alumno. El administrador del sistema es el encargado de mantener la base de datos, introduciendo alumnos, profesores, asignaturas y

asignar a cada alumno las asignaturas matriculadas.

4.4. Cliente

La interfaz de usuario cliente se ha desarrollado utilizando el API de alto nivel de J2ME. Como introducción a la aplicación se presenta una pantalla de bienvenida durante unos segundos, que da paso a la pantalla de identificación. La transición desde esta pantalla a la pantalla de identificación es automática.

La pantalla de identificación solicita al alumno que introduzca su nombre de usuario y contraseña, que es enviado al servlet quien se encarga de validar al usuario contra la base de datos de la aplicación. Si la autenticación es satisfactoria, el midlet entra en modo conexión y presenta un menú con las opciones que el alumno puede seleccionar. En caso contrario, se presentará una pantalla de error.



Figura 4. Pantalla de acceso

Si el alumno se equivoca al introducir sus credenciales un máximo de tres ocasiones, se finalizará la ejecución de la aplicación, quedando bloqueada la cuenta de usuario. En la figura 4 se muestra la pantalla de acceso a la aplicación.

La conexión entre cliente y servidor se realiza a través de GPRS (General Packet Radio Service) [18]. Una vez recibida la información en el cliente, queda almacenada para posibles consultas posteriores en modo desconectado, con lo que el número de conexiones se reduce al mínimo. Esto permite un considerable ahorro en el coste de conexión, comparado con la utilización de otras tecnologías como podría ser la creación de páginas WML accesibles a través del protocolo WAP, que requieren que el usuario esté permanentemente conectado para acceder a la información.



Figura 5. Descarga desde servidor OTA

4.5. Distribución

La tecnología Java en el lado del cliente no requiere de ningún tipo de licencia especial que suponga un coste ni para la Universidad ni para

los usuarios del sistema. La instalación de la aplicación desarrollada en el dispositivo móvil puede realizarse de dos formas: desde un PC con la ayuda de un cable o a través de conexión infrarroja o bluetooth o descargando directamente la aplicación desde un servidor OTA (Over The Air) [19], que es el método más común para teléfonos móviles y dispositivos inalámbricos similares, aunque también la utilizan PDAs con conectividad a una red. Este proceso permite hacer la instalación desde un servidor http a partir de un enlace que permite la instalación de la aplicación en el teléfono sin necesidad de que exista un PC con conexión a Internet para realizar la descarga.

La figura 5 muestra el proceso de descarga de la aplicación directamente sobre el dispositivo móvil.

5. Conclusiones

En este trabajo se ha descrito una arquitectura para un sistema ubicuo de acceso a información docente. Se ha optado por emplear una tecnología ampliamente extendida en la actualidad, y de la que cada vez aparecen mayor número de dispositivos, de gama media-baja a un coste razonable. No se ha empleado ninguna característica propia de ninguna de las marcas del mercado, por lo que la aplicación desarrollada es compatible con cualquier terminal que soporte la tecnología Java.

El producto final no requiere la adquisición de ningún tipo de licencia adicional para su uso por parte del alumno, por lo que puede ser distribuida libremente. En este sentido, la posibilidad de consultar la información sin conexión, una vez realizada la descarga inicial de los datos, reduce al mínimo el coste asociado a la conexión a través de GPRS.

El proceso de instalación y configuración en el dispositivo móvil es flexible, pudiendo ser realizado sin necesidad de disponer de un PC, con una simple descarga desde el servidor OTA desarrollado al efecto.

Actualmente se está trabajando en aumentar la cantidad y variedad de información a la que podrá

tener acceso el alumno, como acceso al tablón de anuncios con noticias relacionadas con la docencia de las asignaturas y grupos y horarios de prácticas. También se han comenzado los pasos previos para que la aplicación pueda ser ejecutada en cualquiera de los PDA's actuales, aunque su precio los hace todavía algo inaccesibles para el perfil del alumno universitario actual.

Agradecimientos

Este trabajo está financiado, en parte, por el proyecto de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha PBC-03-003, por la Ayuda de la Universidad Miguel Hernández-Bancaja a cargo del proyecto RR. 1256/04 y por el proyecto CICYT TIN2004-08000-C03-01.

Referencias

- [1] Abowd, G.D. and Mynatt, E.D., Charting Past, "Present and Future Research in Ubiquitous computing", ACM Transactions on Human-Computer Interaction, Vol. 7, No. 1, March 2000, Pages 29-58.
- [2] Froufe Quintas, A., Jorge Cárdenes, P., "J2ME Java2 Micro Edition, Manual de usuario y Tutorial"- Edición RA-MA 2004
- [3] Harter A. et al., "The Anatomy of a Context-Aware Application," Proc. 5th Ann. ACM/IEEE Int'l Conf. Mobile Computing and Networking (MobiCom 99), ACM Press, New York, 1999, pp. 59-68
- [4] Lopez-Cozar, R., Gea, M. "Sistema de diálogo ubicuo para entornos educativos". 5º Congreso Interacción Persona Ordenador, 2004.
- [5] Rahnema, M, "Overview of the GSM and Protocol Architecture" *IEEE Comm.*, Apr. 1993, pp. 92-100
- [6] The Apache Jakarta Project. <http://jakarta.apache.org/>
- [7] Universidad Nacional de Educación a Distancia. Portal Wap. <http://campuswap.com>.
- [8] Universidad de Sevilla. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos <http://www.lsi.us.es/wap.php>.
- [9] Weiser, M., 1991. The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, 256, 3(Sept.), 94-104.
- [10] Technical Specification, Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), Functional stage 2 description of location services in UMTS, 3GPP TS 23.171 version 3.6.0 - 2001/12
- [11] Sun Microsystems. Java™ 2 Platform, Micro Edition (J2METM) <http://java.sun.com/j2me>. Nov 2002.
- [12] Wireless Application Protocol Forum, Wireless application protocol - wireless application environment overview. (1999).
- [13] Wireless Markup Language Specification Version 1.1, proposed, WAP Forum, 3 February 1999. Available at <<http://www.wapforum.org/docs/technical1.1/WML-3-Feb-1999.pdf>>
- [14] W3C HTML 4.0 Guidelines for Mobile Access. <http://www.w3.org/TR/NOTE-html40-mobile/>
- [15] Quartz Version 6.0, Symbian Technical Paper, Symbian Developer Network, www.symbiandevnet.com/techlib/techcom/techpapers/papers/v6/over/quartz/index.html
- [16] Sun Microsystems - Java 2 Platform Standard Edition 1.4, Performance and Scalability Guide - <http://java.sun.com/j2se/1.4/performance.guide.html>, 2002
- [17] Sun Microsystems, Inc.: Java 2 Platform, Enterprise Edition (J2EE). <http://java.sun.com/j2ee/index.jsp>
- [18] 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Services and Systems Aspects, General Packet Radio Service (GPRS), Service Description, Stage 2, Technical Report, Technical Specification 3G TS 23.060, Version 4.1.0 (2001-06) (2001).
- [19] Sun Microsystems, Inc.: Over The Air (OTA) User Initiated Provisioning Recommended Practice for the Mobile Information Device Profile, Ver.1.0, 2001 <http://java.sun.com/products/midp/OTAProvisioning-1.0.pdf>.
- [20] Sun Microsystems, Inc.: Sun Developer Network: Java Database Connectivity (JDBC). <http://java.sun.com/products/jdbc>. 1994