



Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería

ISSN: 0718-3291

facing@uta.cl

Universidad de Tarapacá

Chile

Gómez Rojas, Jorge; Camargo Ariza, Luis Leonardo; Medina Delgado, Byron
Servicio de M-comercio. Sistema de interacción entre un centro comercial y sus visitantes utilizando
las tecnologías WAP y Bluetooth
Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería, vol. 21, núm. 1, abril, 2013, pp. 99-110
Universidad de Tarapacá
Arica, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77225903010>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Servicio de M-comercio. Sistema de interacción entre un centro comercial y sus visitantes utilizando las tecnologías WAP y Bluetooth

*M-commerce service.
Interaction system between a mall and visitors using WAP
and Bluetooth technologies*

Jorge Gómez Rojas¹ Luis Leonardo Camargo Ariza¹ Byron Medina Delgado²

Recibido 8 de junio de 2011, aceptado 9 de noviembre de 2012

Received: June 8, 2011 Accepted: November 9, 2012

RESUMEN

El servicio de interacción es un medio de comunicación que mejora las relaciones comerciales entre los centros comerciales y sus visitantes, utilizando las tecnologías de comunicaciones móviles WAP y Bluetooth como una nueva alternativa de negocios, y sin usar la red del operador de telefonía móvil celular. El sistema de interacción mencionado permite el intercambio de información de un grupo potencial de compradores entre los visitantes de un centro comercial y la administración de los diferentes comercios utilizando el teléfono celular. El sistema se compone de una aplicación móvil en J2ME, puntos de acceso Bluetooth y Wi-Fi, un servidor Bluetooth y un servidor Web con aplicaciones para ser accedidas por dispositivos móviles.

Palabras clave: J2ME, Internet, teléfono móvil celular, información comercial, del negocio al consumidor.

ABSTRACT

The interaction service is a means of communication that improves trade relations between the mall and visitors using mobile communications technology WAP and Bluetooth, as a new business alternative, and without operator's network using the mobile phone. The proposed system of interaction, allows the exchange of information from a potential pool of buyers among visitors to a shopping center and the administration of the various shops, through the cell phone. The system consists of a mobile application in J2ME, the access points, Bluetooth server, and Web server with applications to mobile devices.

Keywords: J2ME, Internet, cell phone, business information, business-to-consumer.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la mayoría de los servicios móviles existentes están basados en WAP (Protocolo para Aplicaciones Inalámbricas) y en aplicaciones realizadas en Java 2 Micro Edición (Java 2 Micro Edition, J2ME) [1].

Los operadores de telefonía móvil soportan estos servicios a través de sus redes tarifadas de datos GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), GPRS (Servicio General de Paquetes vía Radio), EDGE (Tasa de datos mejoradas para la evolución de GSM) [2], entre otras, brindando un medio para el intercambio de información entre los dispositivos móviles y la Internet.

¹ Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia. E-mail: jgomez@unimagdalena.edu.co; lcamargo@unimagdalena.edu.co

² Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia. E-mail: bmdelgad@ufps.edu.co

Existen tecnologías alternas no tarifadas para la transferencia de información entre los dispositivos móviles y los servidores de redes locales como la tecnología Bluetooth y WAP sobre redes inalámbricas WLAN.

Las redes WLAN y Bluetooth con su característica de área de cobertura pequeña facilitan el envío de información basada en la ubicación del usuario [3], característica aprovechada en la implementación de este servicio para suministrar información oportuna y acorde con la ubicación del usuario, información que guía y atrae a clientes potenciales hacia los diferentes comercios, persuadiendo en sus decisiones de compra y facilitando la posibilidad para completar una transacción comercial.

Para el desarrollo del proyecto se consideran los estándares sobre las tecnologías Bluetooth y WAP 2, estándares elaborados por el Grupo de Interés Especial (SIG) y la Alianza Móvil Abierta (OMA) respectivamente, y algunos lenguajes de programación para el desarrollo de aplicaciones móviles.

Bluetooth es un sistema de radio de espectro ensanchado que opera en la banda de frecuencia de 2,4 GHZ, y utiliza 79 canales de radiofrecuencia con un ancho de banda de 1 MHz cada uno y una tasa máxima de símbolos de 1 M Símbolo/s [4], y es utilizado en el sistema de interacción para la comunicación cuando los teléfonos celulares de los visitantes no soporten WLAN.

WAP brinda los mecanismos para que los dispositivos móviles puedan acceder a servicios disponibles en Internet [5], es por esto que la pila de protocolos de WAP es el marco de referencia para desarrollo de los contenidos del servicio.

J2ME es una edición de Java 2 orientada a dispositivos con capacidades computacionales y gráficas limitadas, como teléfonos móviles, PDA's y electrodomésticos inteligentes.

Un entorno de ejecución J2ME se compone de: sistema operativo, máquina virtual, configuración, (conjunto mínimo de APIs que permiten desarrollar aplicaciones comunes a todos los dispositivos), perfiles (o conjunto de APIs orientado a un ámbito de

aplicación determinado, definiendo las características de los dispositivos) y paquetes opcionales o clases e interfaces que no se ajustan a todos los teléfonos [6].

La API JSR-82 (*Java APIs for Bluetooth Wireless Technology*) hace parte de los paquetes opcionales que se requieren en el entorno de ejecución del proyecto. JSR-82 es un API de alto nivel utilizada en la programación de dispositivos para la comunicación utilizando Bluetooth [7].

Este documento describe los resultados del proyecto de telecomunicaciones sistema de interacción entre un centro comercial y sus visitantes utilizando las tecnologías WAP y Bluetooth.

DESCRIPCIÓN

El sistema establece una comunicación bidireccional entre el centro comercial y sus visitantes por medio del teléfono móvil.

Para ello se desarrolla una aplicación en Internet que le permite a la administración del centro comercial gestionar la información que se suministra al visitante.

Para el almacenamiento de la información del centro comercial se utiliza un Sistema Manejador de Bases de Datos (DBMS) de fuente abierta, en el cual se implementa la base de datos del sistema, según el modelo de entidad-relación previamente establecido.

Además, se desarrolla una aplicación para el servidor y una aplicación para el teléfono móvil que actúan en conjunto y establecen la conexión entre el servidor del centro comercial y el teléfono móvil del visitante utilizando Bluetooth.

También se desarrolla una aplicación cliente-servidor basada en WAP que da la bienvenida al visitante y que permite consultar la ubicación de algún comercio específico, enviar sugerencias y obtener y recibir información sobre las ofertas del día y del entorno.

La plataforma del sistema de interacción es un conjunto de aplicaciones distribuidas, que se representan lógicamente mediante la arquitectura de tres capas: "**Capa de Presentación, Capa de Negocios y la Capa de Datos**", arquitectura utilizada en esta investigación y que se aprecia en la Figura 1.

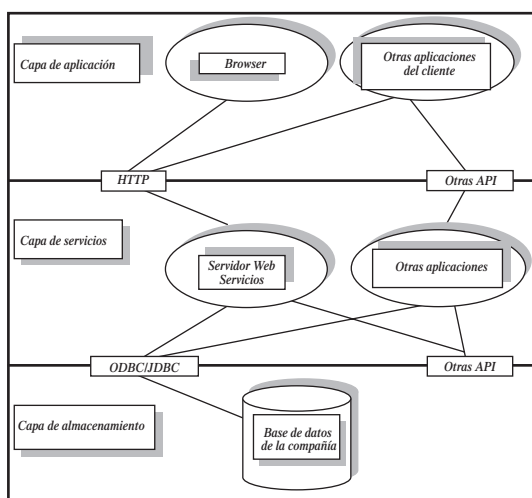


Figura 1. Arquitectura lógica del sistema.

La Capa de Presentación constituye la interfaz de usuario que se visualiza en el monitor del computador del administrador o en la pantalla del teléfono móvil del visitante, capa que permite obtener la información sobre los usuarios, enviar la información del usuario a los servicios de la Capa de Negocios para su procesamiento y recibir y presentar los resultados del procesamiento de los servicios de negocios.

La Capa de Negocios es la esencia del sistema y representa las estrategias del mismo; además, es la responsable de recibir la información proveniente de la Capa de Presentación, de interactuar con los servicios de datos para ejecutar las operaciones de negocios para los que la aplicación fue diseñada a automatizar (envío y recepción de información) y de enviar el resultado procesado al nivel de presentación.

La Capa de Datos incluye los sistemas de administración de bases de datos relacionales y es la responsable de la integridad, almacenamiento y recuperación de los datos del mismo.

Componentes del sistema

A continuación se enuncian los componentes que se desarrollaron y conforman el sistema de interacción.

- Módulo administrador.

El modelo de casos de uso del módulo administrador se muestra en la Figura 2; en él podemos observar

zonas claramente diferenciadas, cada una de ellas corresponde a un nivel de profundidad en el manejo de la aplicación.

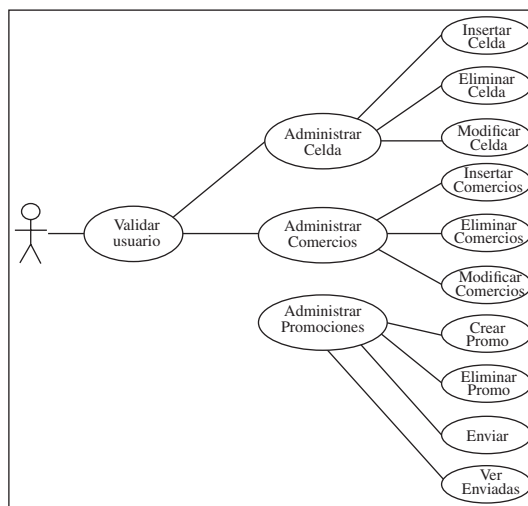


Figura 2. Diagrama de casos de uso del administrador.

La zona *Validar Usuario* es la encargada que solo el personal autorizado tenga acceso al módulo de Administrador.

En la zona *Administrar Celda* se busca un acceso directo a la base de datos para manipular la información de los locales comerciales que se encuentran ubicados en cada una de las celdas de cobertura del centro comercial. En esta zona se puede insertar un nuevo local a una determinada celda o eliminar un local de una celda para ser insertado en otra. *Administrar Celda* es la herramienta que permite afrontar los continuos cambios que sufre la red Bluetooth implementada en el centro comercial.

La zona *Administrar Promociones* se encarga de dar soporte a la información de promociones del centro comercial, permitiendo insertar, eliminar y clasificar las promociones, en promociones del día para todo el centro comercial o promociones de una celda específica.

La zona *Enviar Información* permite al administrador del sistema editar y enviar información específica a los teléfonos móviles de los visitantes.

La implementación del módulo administrador se basa en el modelo de tres capas mostrado en la Figura 1. En la capa de presentación se encuentra

la propuesta de interfaz realizada dinámicamente en lenguaje HTML por los JSP y Servlet, que se encuentran en la Capa de Negocios, basándose en los casos de uso mencionados con anterioridad y en la información almacenada en la Capa de Datos. En la Figura 3 se muestra el menú principal de la aplicación realizada.



Figura 3. Aplicación Web administrador.

- Módulo conexión.

El módulo conexión es el encargado de establecer una conexión servidora, para la transferencia de datos, y se compone de la aplicación servidor y la aplicación cliente.

La aplicación **cliente** se ejecuta en el teléfono móvil del visitante y es la encargada de buscar el servidor disponible, buscar el servicio y establecer la comunicación con el servidor. En la Figura 4 se ilustra el diagrama de estados de la aplicación cliente.

En el estado *Búsqueda de Dispositivo*, el teléfono está escuchando los dispositivos disponibles de Bluetooth y puede descubrir la presencia de un servidor usando el protocolo del descubrimiento del servicio de Bluetooth. Una vez encontrado el servidor, la aplicación pasa al estado *Búsqueda de Servicios*.

En el estado *Búsqueda de Servicios* el teléfono determina la función del servidor detectado, e identifica el tipo de servicio asociado al UUID del sistema (Universal Unique Identifier). En el estado *Búsqueda de Servicios* se utiliza el protocolo de descubrimiento de servicios Bluetooth para obtener la información del servidor, información como el

modo de conectividad, la dirección Bluetooth, el nombre del servidor, el URL del documento de inicio y la capacidad del servidor.

Después de detectar los atributos del servicio, el teléfono móvil se dispone a abrir la conexión con la autorización del servidor. Esta actividad se realiza en el estado *Establecer Conexión*, estado donde debe permanecer la aplicación mientras se transfiere la información.

Cuando el dispositivo detecta que la comunicación se ha perdido con el servidor, puede decidir en reasumir la comunicación usando la información obtenida en el estado *Búsqueda de Servicios*, omitiendo la búsqueda de dispositivos ya que el servidor se encuentra en la lista de dispositivos disponibles.

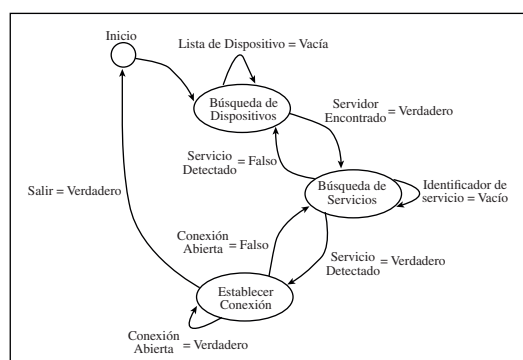


Figura 4. Diagrama de estados de la aplicación cliente.

Si en el estado *Búsqueda de Servicios* se obtiene que el servidor no está listo para la comunicación, es porque el dispositivo cliente ha salido del radio de cobertura del servidor (piconet) y la aplicación debe regresar al estado de *Búsqueda de Dispositivos*. Si en el estado *Búsqueda de Dispositivos* la aplicación no detecta un nuevo servidor, el teléfono puede apoyarse opcionalmente en la red del operador de telefonía móvil, para establecer una nueva conexión.

La aplicación **servidor** se ejecuta en el servidor del sistema de interacción, y es la encargada de crear una conexión servidora, de especificar los atributos del servicio que se presta en el sistema de interacción y de abrir las conexiones con los clientes cuando éstos lo soliciten. En la Figura 5 se ilustra el diagrama de estados de la aplicación servidor.

En el estado *Conexión Servidora*, la aplicación crea la conexión servidora, determinando que no quiere conectarse como cliente, sino que se quiere ser servidor.

El siguiente paso es especificar los atributos del servicio, esto se realiza en el estado *Especificando Atributos*. La aplicación en el estado *Especificando Atributos* crea un objeto *Service Record* con los atributos del servicio, añade este objeto *Service Record* al registro de servicios del servidor, actualiza el *Service Record* en el registro de servicios del servidor si las características del servicio cambian, y quita o deshabilita el *Service Record* en el registro de servicios del servidor cuando el servicio no está disponible.

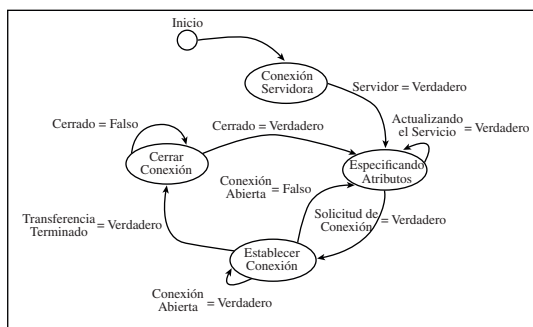


Figura 5. Diagrama de estados de la aplicación servidor.

Una vez establecidos los atributos del servicio se está en condiciones de escuchar y procesar las conexiones de los visitantes; en este punto se pueden leer y escribir datos del mismo modo que lo hace un cliente.

Aceptar las conexiones de los clientes que requieran el servicio ofrecido, se realiza en el estado *Establecer Conexión*, y la aplicación permanece en el estado mientras se esté transfiriendo información.

La aplicación servidor tiene un método alternativo para iniciar la comunicación entre un cliente y un servidor. Ésta consiste en comprobar periódicamente si hay teléfonos disponibles con capacidad de ser clientes WAP; si se descubre esta capacidad en el teléfono, el servidor puede enviar un mensaje WAP Push al mismo con la invitación a crear una conexión [8]. Este método es activado desde el Módulo Administrador en la zona *Enviar información*.

En el estado *Búsqueda de Dispositivos* la aplicación utiliza el protocolo del descubrimiento del servicio de Bluetooth para determinar el nombre y las capacidades Bluetooth específicas del cliente. Una vez descubierto el teléfono, el servidor envía el mensaje WAP Push y espera que el cliente acepte o rechace la invitación; si el cliente acepta la aplicación, la aplicación pasa al estado *Establecer Conexión*, si el cliente rechaza la invitación, la aplicación regresa al estado *Búsqueda de Dispositivos*.

Si la aplicación se encuentra en el estado *Búsqueda de Dispositivos* y el tiempo para descubrir dispositivos se ha agotado y no ha encontrado algún dispositivo, la aplicación regresa al estado *Especificando Atributos*.

- Módulo cliente.

El modelo de casos de uso del módulo cliente se muestra en la Figura 6. En él se observan las opciones relevantes que ofrece la aplicación.

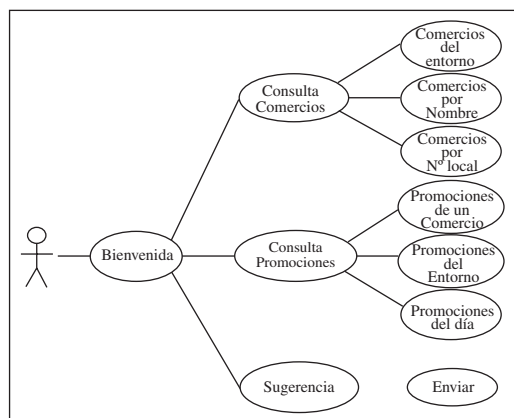


Figura 6. Diagrama de casos de uso del cliente.

La primera función del módulo cliente es *Bienvenida*, y su propósito es recibir al visitante en el centro comercial. Además, debe registrar automáticamente el teléfono del visitante en el sistema de interacción, para el posterior intercambio de información.

La opción *Consultar Comercios* permite al visitante realizar una consulta a la base de datos del sistema para determinar la ubicación y las promociones de algún local comercial. Además, en la opción *Consultar Comercios* se puede preguntar qué locales comerciales se encuentran cercanos al visitante, ésta cercanía se determina por la cobertura de la piconet.

La opción *Consultar Promociones* le brinda al visitante dos formas de enterarse de las promociones del centro comercial, la primera es hacer una consulta directa sobre las promociones del día de todos los establecimientos de comercio, y la segunda es habilitar el servicio de recepción de promociones para recibir en el teléfono las promociones de los locales comerciales del entorno.

La opción *Enviar Sugerencia* permite al visitante editar y enviar las sugerencias directamente al administrador del centro comercial.

La implementación del módulo cliente se basa en el modelo de tres capas previamente definido; en la Capa de Presentación se encuentra la de interfaz de usuario realizada en los lenguajes XHTML y J2ME; en la Capa de Negocios se encuentran los programas en Java que permiten procesar y responder las solicitudes del cliente, y en la Capa de Datos se encuentra la base de datos del sistema. En la Figura 7 se muestra la aplicación cliente realizada en lenguaje XHTML y J2ME.

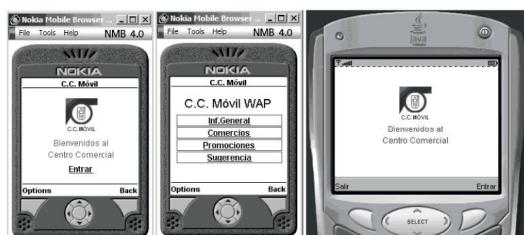


Figura 7. Aplicación cliente.

- Módulo base de datos.

Para implementar la capa de almacenamiento que brinda soporte a los otros módulos del sistema se realizaron la base de datos ccBluetooth en MySQL.

El modelo entidad-relación es la técnica de diseño de bases de datos empleada en este proyecto, porque incorpora la información relativa a los datos y la relación existente entre ellos, reflejando tan sólo la existencia de los datos sin expresar lo que se hace con ellos. Además, es independiente del manejador de bases de datos y del sistema operativo empleado.

La base de datos se diseñó teniendo en cuenta que ésta debe reflejar la estructura del problema, representar los datos esperados en tablas (filas y

columnas), evitar el almacenamiento de información redundante, proporcionar el acceso rápido a los datos y mantener la integridad de la información.

En la base de datos se guarda la información de los locales del centro comercial, información sobre las celdas de la red Bluetooth, información de los visitantes e información de las promociones registradas y enviadas.

En la Figura 8 se visualizan las entidades y relaciones de la base de datos diseñada.

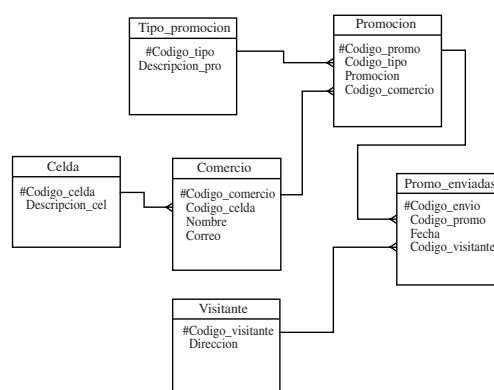


Figura 8. Modelo entidad-relación de la base de datos.

HERRAMIENTAS UTILIZADAS

En este apartado se describen las herramientas utilizadas en la elaboración del proyecto.

- NetBeans.

NetBeans es un entorno integrado de desarrollo IDE (*Integrated Development Environment*), realizado en Java por Sun Microsystems [9]. NetBeans agrupa un conjunto de herramientas que facilitan la edición, compilación, depuración, análisis y ejecución de programas escritos en Java. Además, es libre y se caracteriza por su entorno de desarrollo personalizable, modular y extensible; es precisamente esta última característica la que permite ampliar el paquete de clases que trae por defecto con extensión especial como el paquete *Mobility* y el paquete *Visual Web*, paquetes utilizados en el desarrollo del proyecto.

Además, NetBeans incorpora en su edición básica el servidor de aplicaciones Apache Tomcat, permitiendo

simular, depurar y estructurar el proyecto como si se estuviera ejecutando en un entorno real Cliente-Servidor.

- Java™ Wireless Toolkit.

Wireless Toolkit es una herramienta para el desarrollo de aplicaciones en J2ME desarrollada por Sun Microsystems [10]. El módulo principal de esta herramienta es la KToolBar, a través de este módulo se realizan distintos proyectos y se ejecutan sobre un emulador.

La implementación del API para Bluetooth JSR-82 en este software es virtual; es decir, no usa hardware Bluetooth, sino que lo emula. Característica utilizada en el proceso de diseño del proyecto porque permite simular un entorno de dispositivos Bluetooth simplemente ejecutando nuevas instancias del simulador de móviles, y cada instancia se puede comunicar con las demás simulando un entorno real.

- Nokia Mobile Internet Toolkit.

Nokia ha creado este kit de herramientas para el desarrollo de contenidos móviles y lo pone a disposición de los diseñadores [11]. El Nokia Mobile Internet Toolkit permite, editar, depurar y compilar diferentes tipos de archivos para dispositivos móviles. El kit de desarrollo incorpora el software Nokia Mobile Browser y Nokia WAP Gateway.

El Mobile Browser es una aplicación que emula los contenidos realizados, y navega por estos como lo hace un teléfono móvil al acceder a un portal WAP en Internet.

WAP Gateway Simulator es la herramienta de trabajo que permite emular la pasarela del operador de telefonía móvil.

Estas herramientas trabajan en conjunto creando un ambiente de desarrollo completo (teléfono del cliente, la red del operador de telefonía móvil y el servidor de aplicaciones). Ventaja utilizada en la elaboración del portal WAP del Centro Comercial.

DESARROLLO DEL SERVICIO

Las etapas básicas involucradas en la realización del proyecto son:

- Instalación de componentes.

Antes de empezar el desarrollo, se instala el software necesario y se configura para que trabajen en conjunto.

JAVA. Se instala el JDK (Kit de Desarrollo de Java) de Sun Microsystems que incluye la JVM (Máquina Virtual de Java) y los paquetes básicos de Java.

Para el correcto funcionamiento del JDK se añade a la variable del sistema PATH (variable que define el directorio de los programas que puede ejecutar el ordenador) la ruta donde se encuentra instalado el JDK; se define la variable JAVA_HOME con el lugar del sistema de ficheros donde se encuentra el directorio base del JDK; y se crea la variable CLASSPATH con la ruta donde se encuentran las clases de Java. Este procedimiento se realiza en Linux modificando los archivos `profile` y `.bash_profile` y en Windows en la configuración del sistema modificando las variables de entorno.

Para realizar la conexión con la base de datos, se descarga de Internet el Driver de Java para MySQL (JDBC) del sitio oficial de MySQL, se agrega este paquete al directorio donde se encuentran las librerías de Java y se modifica el CLASSPATH incluyendo el paquete descargado.

Para compilar los MIDlets (aplicación en J2ME utilizando MIDP) sin alguna herramienta especial solo utilizando líneas de comando, se requiere descargar las APIs Connected Limited Device Configuration (CLDC 1.1), (JSR 139) [12], y Mobile Information Device Profile (MIDP 2.0), (JSR 118) [13]. Una vez descargadas se instalan y se modifica la variable PATH añadiendo la ruta donde se encuentra instalado el `midp2.0fcs`; además, se crea una variable de entorno MIDP_HOME con el valor de la dirección donde se encuentra instalado el `midp2.0fcs`.

Para la implementación del API de Bluetooth para Java en Windows se utiliza el proyecto de fuente abierta JSR-82 Blue Cove. Para su correcto funcionamiento se incluye el archivo `bluecove-2.0.0.jar` al CLASSPATH y se copia la librería `intelbth.dll` a la carpeta `Windows/system32`.

Se utiliza el proyecto de fuente abierta JSR-82 Avetana para la implementación Bluetooth para

Java en el servidor con sistema operativo Linux, y así poder hacer uso de Bluetooth en las aplicaciones J2SE diseñadas; para su configuración se agrega el paquete a las librerías de Java y se modifica el CLASSPATH, previamente configurada la pila del protocolo Bluetooth en Linux Blue Z.

MySQL. Se descarga de Internet y se instala el DBMS MySQL Server, por ser un manejador de base de datos que permite manejar bases de datos relacionales, ser un proyecto de fuente abierta, rápida, seguro y fácil de usar.

Se configura el directorio en el que se almacenará la base de datos, en este caso se utiliza el mismo directorio de instalación. Además, se agrega la ruta donde se ejecuta el servidor MySQL a la variable PATH del sistema.

Se configura el puerto de acceso de MySQL para habilitar las conexiones TCP/IP por el puerto 3306.

TOMCAT. Se instala el servidor contenedor de Servlets y JSP Apache Tomcat, de la Fundación Software Apache, para albergar las aplicaciones del sistema de interacción. El directorio de instalación del Tomcat se define en la variable \$CATALINA_HOME y se incluye dentro de las variables del sistema.

Para su correcto funcionamiento se agrega a la variable PATH la ruta donde se ejecuta el servidor Tomcat \$CATALINA_HOME/bin/, se configura el puerto 8080 para la conexión http en el archivo de configurar server.xml, se configura el inicio (startup) automático del servidor y se configura el Tomcat para que trabaje en conjunto con el JDK previamente instalado.

Se instalan las herramientas anteriormente mencionadas para el desarrollo del sistema (NetBeans, Java™ Wireless Toolkit, Nokia Mobile Internet Toolkit entre otras).

- Desarrollo del código.

En esta fase se escribe el código que conforma las aplicaciones, haciendo uso de los editores de las herramientas mencionadas con anterioridad o un editor de texto cualquiera.

Una vez que se termina de escribir el código que conforma los MIDlet, Servlets y JSP, se deben

guardar los ficheros con el mismo nombre de la clase principal y con la extensión .java si son MIDlet, Servlets o con extensión .jsp si son páginas de Java.

- Compilación del código.

En esta fase se genera el archivo .class asociado a la clase .java creada en la fase anterior. Para realizar la compilación se utilizan las herramientas mencionadas con anterioridad o desde la línea de comandos, utilizando el comando *javac* si son aplicaciones J2SE y *javac-bootclasspath* (ruta) (archivo.java) si son aplicaciones J2ME.

- Verificación del código.

Antes de empaquetar las aplicaciones en Java es necesario realizar un proceso de verificación de las clases java. En esta etapa se realiza un examen del código para garantizar que no incumpla las restricciones de seguridad de la plataforma de java utilizada.

Utilizando las herramientas de desarrollo mencionadas con anterioridad el proceso de compilación y preverificación es sencillo. Cuando se utiliza la línea de comandos se debe usar el comando *preverify -classpath* (ruta clases).

- Empaquetamiento del código.

En esta fase se crean los archivos .jar (archivos de java) que contienen los recursos que usan las aplicaciones, tanto J2SE como J2ME.

En las aplicaciones J2ME también se crean los archivos .jad (archivos descriptores de la aplicación).

- Ejecución del código.

En esta fase se hace uso de los emuladores que permiten ejecutar las aplicaciones desarrolladas, con el propósito de evaluar la operación del sistema.

El sistema se emplea de manera experimental para asegurar que no tenga fallas y que funciona de acuerdo con las especificaciones de diseño; evaluando la facilidad de uso, el tiempo de respuesta, el formato de la información, la confiabilidad global y el nivel de utilización.

- Depuración del código.

En esta etapa se depuran los errores de ejecución del código obtenidos en el proceso anterior, las veces necesarias hasta obtener el sistema operando de manera óptima.

EVALUACIÓN

Para evaluar la aplicación móvil desarrollada se aplicó la evaluación de potencial de éxitos y las pruebas de funcionamiento correspondientes.

- Evaluación del potencial de éxito.

Las 6 M's consisten en un efectivo método de análisis de los servicios móviles para garantizar que éstos satisfagan las necesidades de los clientes (usuarios) y al mismo tiempo generen ingresos (sean rentables económicamente para el proveedor del servicio). Esta teoría debe su nombre a que consta de 6 atributos: Movement (Movimiento), Moment (Momento), Me (Yo), Money (Dinero), Machines (Máquinas) y Multi-user (Multi-usuario).

Para el proceso de evaluación, a cada una de las 6 M's se le asigna un valor entre 0 y 5, dependiendo que tan bien el servicio cumpla con cada uno de los atributos. Cualquier servicio que brinde un gran valor en cualquiera de las 6 M's tiene un buen potencial para el éxito como servicio móvil. Mientras haya más M's relevantes en el servicio, con una buena puntuación, más probable será que el servicio sea considerado importante por parte de los usuarios. Los servicios con alta puntuación se consideran que tienen un gran potencial en el mercado [14].

A continuación se realiza el análisis de las 6 M's (ver Tabla 1) para el sistema de interacción entre el centro comercial y sus visitantes.

Tabla 1. Evaluación de las 6 M's.

M	Calif.	Motivación
Movement (Movimiento)	4	Se puede realizar el intercambio de información independientemente de la ubicación del usuario e independientemente de la movilidad del mismo dentro del centro comercial. Además, el visitante puede recibir información específica de su entorno, permitiendo la movilidad del servicio dentro del centro comercial.

M	Calif.	Motivación
		El visitante no tiene acceso a los servicios prestados bajo la tecnología Bluetooth fuera del centro comercial, limitando el servicio a las áreas de cobertura de la red Bluetooth del centro comercial. (Atributo: Ubicación)
Moment (Momento)	4	Es posible para el cliente consultar las promociones en el momento de su conveniencia. El cliente está constantemente informado y actualizado acerca de las ofertas del centro comercial, mediante los mensajes emergentes enviados al teléfono móvil cuando éste se encuentre en el centro comercial. El visitante solo puede tener acceso a los servicios prestados bajo la tecnología Bluetooth durante las jornadas que el centro comercial está abierto al público. (Atributo: Tiempo)
Me (Yo)	5	Los catálogos de promociones del centro comercial son personalizados y dependen de la ubicación del visitante dentro del centro comercial; además, éstos pueden cambiar en cualquier momento de manera automática, según el desplazamiento del visitante dentro del centro comercial. El visitante puede interactuar con el centro comercial para resolver sus dudas de forma personal y cómoda. (Atributo: Servicio personalizado)
Money (Dinero)	5	Las tiendas del centro comercial envían mensajes de promoción de forma gratuita sobre los productos cercanos a la ubicación del cliente, para motivar a los usuarios a realizar una compra, transacción que genera ingresos a la tienda. El cliente recibe los beneficios de una aplicación de comercio electrónico más la movilidad, tales como comparación de precios, exploración de catálogos, objetos especiales, etc. (Atributo: Ingresos)
Machines (Máquinas)	3	La interfaz hombre-máquina del servicio es sencilla, pero no es soportada por todos los teléfonos de los visitantes debido a las limitaciones técnicas de los dispositivos móviles que no soportan la transferencia de datos mediante la tecnología Bluetooth. El crecimiento de la base actual de los usuarios de la telefonía móvil, con teléfonos que tienen incorporada la tecnología Bluetooth. (Atributo: Tecnología)
Multiusuario (Multi-user)	2	Aunque el sistema es un medio de comunicación bidireccional, solo se puede establecer una interacción entre el administrador y el visitante. Los visitantes no pueden interactuar entre ellos mientras utilizan el servicio. (Atributo: social)

- Pruebas de sincronismo.

En estas pruebas se comprobaron los procesos de actualización de información desde el servidor al teléfono móvil, desde el navegador del administrador al servidor. Para esto se utilizó un entorno simulado (emulador con conexión al servidor) y teléfonos reales conectados con el servidor a través de Bluetooth y Wi-Fi.

Dando como resultado que todos los procesos se realizaban de forma correcta, actualizando la base de datos.

- Pruebas de la celda Bluetooth.

Se obtuvo una celda de prueba con un computador portátil, un adaptador USB Bluetooth y un equipo móvil celular con tecnología Bluetooth.

Las medidas fueron tomadas sin obstáculos y sin la presencia de otros dispositivos Bluetooth siguiendo una geometría de hexágono, como se muestra en la Figura 9.

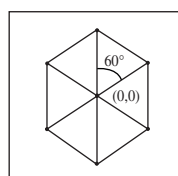


Figura 9. Geometría de la celda de prueba.

Se evaluó el tiempo de respuesta del sistema de dos formas. La primera evaluación (ver Tabla 2) comprende el tiempo que tarda el dispositivo móvil celular en descubrir al servidor, en hacer la conexión, en realizar la consulta y en recibir la respectiva información.

En la segunda evaluación (ver Tabla 3) se considera que el cliente no hace parte de la piconet, pero que está sincronizado con la celda (modo Park), reduciendo el tiempo de respuesta.

La evaluación de los tiempos de respuesta del servicio utilizando la tecnología Bluetooth permite establecer el tamaño adecuado de la celda Bluetooth (piconet), comparando los tiempos de respuesta con la velocidad promedio de la caminata humana dentro del centro comercial. Y así garantizando que el contenido de información que reciba en su teléfono

Tabla 2. Medidas del tiempo de respuesta.

Distancia (m)	Desviación estándar	Valor promedio (seg)	Tmax (seg)	Tmin (seg)	N
0,4	0,2757	14,59	15,01	14,22	15
5	0,1409	14,43	14,60	14,15	15
8	0,2732	14,05	14,53	13,71	15
10	0,3711	15,03	15,59	14,58	10
12	0,4317	14,92	15,63	14,33	10
14	0,3722	15,39	16,01	14,86	10
16	0,5193	15,48	16,43	14,74	15
18	0,3659	15,53	16,24	15,09	10
20	0,5115	15,58	17,05	15,04	14
22	0,4112	15,19	16,01	14,39	14
24	0,2516	14,85	15,21	14,39	10
26	0,7295	15,16	16,19	14,44	10
28	0,7054	14,93	16,50	14,17	12
30	0,4874	16,01	17,06	15,26	15

Tabla 3. Medidas del tiempo de respuesta en modo park.

Distancia (m)	Desviación estándar	Valor promedio (seg)	Tmax (seg)	Tmin (seg)	N
0,4	0,0751	3,74	3,89	3,64	10
5	0,1169	3,76	3,95	3,59	10
8	0,1121	3,30	3,69	3,24	15
10	0,1588	3,88	4,11	3,55	15
12	0,1454	3,91	4,09	3,58	10
14	0,3130	3,86	4,81	3,22	15
16	0,1496	3,78	3,93	3,46	10
18	0,2751	3,98	4,38	3,64	20
20	0,1867	3,92	4,29	3,73	10
22	0,3710	3,68	4,21	3,14	10
24	0,3428	3,61	4,50	3,21	15
26	0,4107	3,75	4,60	3,28	12
28	0,3068	3,59	4,40	3,30	10
30	0,3992	3,91	4,52	3,35	18

es acorde a la ubicación del visitante cuando éste se desplace por el centro comercial.

CONCLUSIONES

Con el sistema de interacción entre un centro comercial y sus visitantes utilizando las tecnologías WAP y Bluetooth se logra una comunicación bidireccional entre el centro comercial y los visitantes utilizando los beneficios de la telefonía móvil, ofreciendo una alternativa para promocionar los productos de los centros comerciales y facilitar una transacción comercial.

La tecnología Bluetooth es adecuada para implementar servicios de interacción con dispositivos de bajas prestaciones, como los teléfonos móviles, porque cada vez es más común encontrar terminales móviles con soporte para Java y Bluetooth.

La tecnología Bluetooth facilita el ofrecimiento de servicios interactivos basados en la localización del

usuario, como el envío de información emergente sobre su entorno actual, porque el radio de cobertura de una celda es pequeño y se pueden localizar los dispositivos cercanos fácilmente.

El punto de acceso Bluetooth no soporta más de siete usuarios conectados simultáneamente, factor a tener en cuenta en la planificación de las celdas dentro el centro comercial.

La tecnología en la telefonía celular ha avanzado en tal medida que la mayoría de los modelos de teléfonos móviles permiten la navegación WAP a través de un micronavegador, y a su vez el lenguaje XHTML permite crear contenidos WAP interactivos que son interpretados en dichos micronavegadores.

Para obtener un sistema de interacción entre el centro comercial y sus visitantes totalmente actualizado, se tiene que realizar la consulta de la información directamente a la base de datos del centro comercial.

El alcance máximo de la celda de prueba Bluetooth superó las expectativas del estándar, logrando un alcance máximo de treinta metros sin variar los tiempos de respuesta.

El sistema de interacción debe almacenar en la base de datos la información concerniente al envío de promociones para que pueda ser utilizada en aplicaciones estadísticas futuras.

En el diseño de aplicaciones móviles es de gran utilidad elaborar los diagramas de estado y los casos de uso de la aplicación, con el propósito de facilitar la elaboración y depuración del código.

Es importante al desarrollar aplicaciones móviles considerar las limitaciones técnicas de los teléfonos móviles celulares, como son la pantalla reducida (de apenas unas decenas de píxeles), la baja capacidad de procesamiento, la baja potencia de la batería, la poca capacidad de memoria de almacenamiento, las restricciones del teclado como medio de inserción de datos y las conexiones inestables; con el propósito de acondicionar los contenidos enviados.

RECOMENDACIONES

Para la elaboración de aplicaciones de este tipo se recomienda utilizar Entornos Integrados de Desarrollo

IDE que agrupen un conjunto de herramientas para la edición, la compilación, la depuración, el análisis y la ejecución de los programas.

En la implementación del sistema de interacción en un centro comercial se recomienda un número de servidores Bluetooth que conformen celdas ubicadas estratégicamente para dar cobertura a todas las áreas del centro comercial.

Se recomienda que el tamaño máximo de la celda Bluetooth no supere los treinta metros de radio, con el propósito de lograr una comunicación óptima con bajos tiempos de respuesta.

Se recomienda a versiones futuras del sistema de interacción entre un centro comercial y sus visitantes utilizando las tecnologías WAP y Bluetooth, utilizar tecnologías que posibiliten predecir el comportamiento del visitante dentro del centro comercial, para generar por anticipado los contenidos de los mensajes a enviar.

Se recomienda implementar paralelamente a la red Bluetooth una red Wi-Fi para proveer de forma gratuita el servicio de navegación WAP del sistema de interacción entre un centro comercial y sus visitantes.

REFERENCIAS

- [1] A. Montilla. "Desarrollo de servicios para telefonía móvil 2.5g y 3g". UIT-CONATEL/CEDITEL. Tema V, pp. 3-51. Caracas, Venezuela. 2004.
- [2] T. Halonen, J. Romero and J. Melero. "Gsm, Gprs And Edge Performance Evolution Towards 3G Umts". Second Edition. John Wiley & Sons, pp. 91-117. 2003.
- [3] L. Aalto, N. Göthlin, J. Korhonen and T. Ojala. "B-MAD Bluetooth and WAP Push Based Location-Aware Mobile Advertising System". ACM-International Conference On Mobile Systems, Applications And Services Proceedings of the 2nd international conference on Mobile systems, applications, and service, pp. 49-58. June, 2004.
- [4] SIG. Bluetooth "Bluetooth Core Specification of the Bluetooth System". Versión 2.1 + EDR [vol 0]". Derechos reservados Bluetooth. Julio de 2007. Fecha de consulta: Junio 2009.

- URL: http://grouper.ieee.org/groups/802/15/Bluetooth/profile_10_b.pdf
- [5] OMA. "WAP Architecture. WAP-210-WAPArch-20010712-a". Derechos reservados Wireless Application Protocol Forum, Ltd. Julio 2001. Fecha de consulta: Junio 2009. URL: <http://www.openmobilealliance.org/tech/affiliates/wap/wap-210-waparch-20010712-a.pdf>.
- [6] Sun Microsystems. "About Java ME". Derechos reservados Sun Microsystems, INC. Enero 2009. Fecha de consulta: Febrero 2009. URL: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javame/about-java-me-395899.html>
- [7] Sun Microsystems. "JSR 82 Bluetooth API and OBEX API". Derechos reservados Sun Microsystems, INC. Agosto 2006. Fecha de consulta: Junio 2009. URL: <http://download.oracle.com/javame/config/cldc/opt-pkgs/api/bluetooth/jsr082/index.html>
- [8] S. Hartwig, T. Rautenberg, M. Simmer and D. Temovic. "WAP over bluetooth: technology and applications". ICCE. International Conference on Consumer Electronics. IEEE Cat. Nº 01CH37182, pp. 12-13. 2001.
- [9] NetBeans. "Installation Instructions NetBeans IDE 5.5". Comunidad de desarrollo NetBeans. Febrero 2007. Fecha de consulta: Diciembre 2007. URL: <http://netbeans.org/community/releases/55/1/install.html>
- [10] Sun Microsystems. Java Platform Micro Edition Software Development Kit. Derechos reservados Sun Microsystems, INC. Abril 2009. Fecha de consulta: Junio 2009. URL: <http://download.oracle.com/javame/dev-tools/jme-sdk-3.0-win/helpset.pdf>
- [11] Nokia. "Datasheet of Nokia Mobile Internet Toolkit". Forum Nokia Global Web Site, Nokia Corporation. Julio 2007. Fecha de consulta: Junio 2009. URL: www.forum.nokia.com
- [12] JCP. "JSR:139 Connected, Limited Device Configuration 1.1". Derechos reservados Java Community Process JCP. Marzo 2003. Fecha de consulta: Junio 2009. URL: <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=139>
- [13] JCP. "JSR:118 Mobile Information Device Profile 2.0". Derechos reservados Java Community Process JCP. Noviembre 2002. Fecha de consulta: Junio 2009. URL: <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=118>
- [14] T. Ahonen and J. Barrett. "Creating Killer Applications in 3G, Service for UMTS". John Wiley & Sons, INC., pp. 153-214. Hoboken, New Jersey, USA. 2004.