

Desarrollo de una aplicación de Servicios Basados en Localización para una red celular de tipo Global System for Mobile (GSM).

Eduardo X. Albán G.^{1*}, Diego A. Estrella M.², Julio Arauz³

¹Oregon State University. Corvallis, OR, USA

²Nokia Siemens Networks. Quito, Ecuador

³Ohio University. Athens, OH, USA

*Autor principal/Corresponding author, e-mail: eduardo.xavier.alban@gmail.com

Editado por/Edited by: R. Játiva, M.Sc.

Recibido/Received: 06/02/2010. Aceptado/Accepted: 01/18/2011.

Publicado en línea/Published on Web: 06/30/2011. Impreso/Printed: 06/30/2011.

Abstract

This paper details the development of a location based service (LBS) application for GSM mobile terminals. The motivation behind the application is the worldwide acceptance of GSM, the growing interest of users for innovative services, the emergence of a new generation of mobile terminals and the adoption of standards and methods that facilitate the development of applications. Also, the adoption by different countries of legal requirements for the location of mobile systems due to safety and emergency has increased the interest in these applications. The application consists of two types of software. One developed for the mobile terminal, executed by the user, in a Nokia platform Series 60 which is based on Symbian OS. Another was developed in Java and installed on a PC (connected a cell phone) which works as a short message server (SMS) and also as a location server. The application was tested on an area located in the city of Quito, Ecuador. The test area was divided into sectors where multiple experiments were run to estimate the distance to business premises sought by possible users.

Keywords. GSM, SMS, LBS, Cell id.

Resumen

En este artículo se detalla el desarrollo de una aplicación de tipo LBS (Location Based Services) para terminales móviles de tecnología GSM. La motivación detrás de ésta es la gran aceptación mundial del sistema GSM, el creciente interés por parte de los usuarios por servicios innovadores, el apareamiento de nuevas generaciones de terminales móviles, y la adopción de estándares y métodos que facilitan el desarrollo de aplicaciones. También, la adopción por parte de distintos países de requerimientos legales para la localización de sistemas móviles por motivos de seguridad y emergencia, ha aumentado el interés en este tipo de aplicaciones. La aplicación consiste en dos tipos de software. Uno está instalado en el terminal móvil, que ejecuta el usuario, y fue desarrollado en la plataforma Nokia serie 60, basada en el sistema Symbian OS. Y otro está instalado en una PC (conectada a un teléfono celular), que funciona como un servidor de mensajes cortos (SMS) y como un servidor de localización. Se estableció un área de pruebas dividida en sectores (en la ciudad de Quito), dentro de la cual se ejecutaron experimentos para obtener una distancia estimada a los establecimientos buscados por el usuario.

Palabras Clave. GSM, SMS, LBS, Cell id.

Introducción

Debido a las limitaciones tecnológicas de la época, la telefonía celular fue concebida a mediados de la década de los setentas, para brindar únicamente servicios de voz. La tecnología celular de hoy en día es capaz de brindar otro tipo de servicios tales como transmisión de datos, audio y video.

Después de la creación de sistemas analógicos, que te-

nían capacidad limitada, la adopción de un sistema digital a inicios de los años noventa mejoró el uso del espectro, la calidad de la transmisión y permitió otros servicios que en los teléfonos de primera generación no eran posibles. Además, la reducción de costos gracias a nuevas tecnologías y arquitecturas, permitió la masificación del uso de teléfonos celulares. En 1990 existían 10 millones de usuarios de teléfonos móviles, y para el final del 2003 los usuarios de telefonía móvil superaban

a los de telefonía fija.

Gran parte del éxito en la telefonía móvil ha llegado gracias al estándar GSM (sistema de segunda generación), que se creó para brindar un servicio digital de calidad con bajos costos y con facilidad de traspasar fronteras y usar un mismo teléfono en varios países (*roaming*).

A pesar de que la tecnología de tercera generación (3G) tiene un gran crecimiento en cuanto a número de abonados, el sistema GSM sigue siendo el más utilizado en el mundo. En Ecuador, por ejemplo, la Superintendencia de Telecomunicaciones reportó en el mes de Diciembre de 2009 que existen alrededor de 12 millones de líneas activas del sistema GSM, lo que contrasta grandemente con las 780.000 líneas activas con tecnología 3G.

Gracias al aumento de usuarios de servicios móviles en los últimos años, a la posibilidad de intercambio de datos, y a la gran aceptación del estándar GSM en el mundo, se ha generado la demanda en el mercado para nuevas aplicaciones móviles. Un tipo de aplicaciones en pleno desarrollo son las basadas en los llamados Servicios Basados en Localización (LBS: *Location Based Services*), las cuales hacen uso de la posición del terminal móvil para brindar información personalizada.

En esta tesis se desarrolló una aplicación basada en LBS, aprovechando las ventajas que ofrece el sistema GSM (tanto en cuanto a la utilización de los recursos de la red, como en su arquitectura), la gran demanda de servicios móviles, y la inexistencia de una aplicación de este tipo en el Ecuador.

La aplicación fue ideada tomando en cuenta los siguientes motivos:

- Los beneficios que brinda el sistema GSM. Tanto su arquitectura como su funcionamiento técnico, permiten una cierta facilidad (con respecto a otros sistemas) en la obtención de datos útiles de la red para la estimación de la posición física (geográfica) del terminal móvil que es parte de dicha red. Estas ventajas de tipo técnico que brinda el sistema GSM, que fueron consultadas en varios documentos como [1, 2, 3, 4, 5] se apoyan y se complementan con el hecho de que la demanda por este tipo de servicios personalizados para telefonía móvil haya crecido y crecerá mucho en el futuro.
- El hecho de que el desarrollo de las aplicaciones de LBS es un campo inexplorado en el Ecuador, permite que exista una gran posibilidad de una futura comercialización de la aplicación.
- La aplicación desarrollada busca brindar ayuda al usuario, sin que éste tenga que recurrir necesariamente a un servicio brindado exclusivamente por su operador de telefonía celular, ya que el usuario es libre de instalar la aplicación en su teléfono.

- Se han creado estándares abiertos sin necesidad de licencias (sistemas operativos, lenguajes de programación) que están disponibles para el uso y modificación del público en general (desarrolladores de programas), lo que hace posible la creación de aplicaciones innovadoras que pueden ser instaladas en los teléfonos sin necesidad de permisos de ningún tipo.

Esta tesis es una respuesta a la necesidad de servicios innovadores en el campo de los servicios basados en localización, y en particular, el objetivo final es tener una aplicación de tipo LBS (basada en la localización del teléfono móvil) que proporcione información al usuario sobre puntos de interés cercanos a su posición.

Para esto, la aplicación debe hacer que el móvil sea capaz de estimar su posición geográfica dentro de la red y que muestre direcciones de puntos de interés (establecimientos comerciales) ante el pedido específico del usuario. Así, el usuario podrá preguntar la ubicación de un tipo de establecimiento (una gasolinera, por ejemplo) que se encuentre cercana a su posición y obtener una lista con varias opciones, por medio de un mensaje de texto, luego de pocos segundos.

Para esto, la aplicación hará uso de recursos propios del sistema GSM, como sus mensajes de control, y la utilización de una cuenta que incluya mensajes de texto, y contará con dos tipos de software: uno instalado en el terminal y otro instalado en un servidor, que manejará la base de datos y la interconexión entre ésta y la red GSM.

Dadas las diferencias entre el tipo de software y el sistema operativo utilizado por los diferentes fabricantes de teléfonos móviles, se ha decidido que la aplicación funcione en los teléfonos de la serie 60 de Nokia debido a la facilidad en la obtención de documentación libre para el desarrollo de aplicaciones que corren bajo su sistema operativo (Symbian OS v6.1), y al dominio mundial que tiene esta empresa en la venta de teléfonos para el sistema GSM.

Metodología

La aplicación desarrollada es del tipo LBS (de servicios basados en localización), y utiliza el método de cell id para la estimación de la posición del MS. El usuario puede solicitar información de ubicación de establecimientos cercanos (Restaurantes, Farmacias y Gasolineras) ejecutando el software instalado en el teléfono móvil, luego de lo cual recibirá un mensaje SMS con la información requerida. En la Figura 1 se pueden observar los dispositivos involucrados en el funcionamiento de la aplicación, y la manera en que la información es solicitada, procesada y enviada.

El funcionamiento de la aplicación se puede explicar claramente en los siguientes pasos:

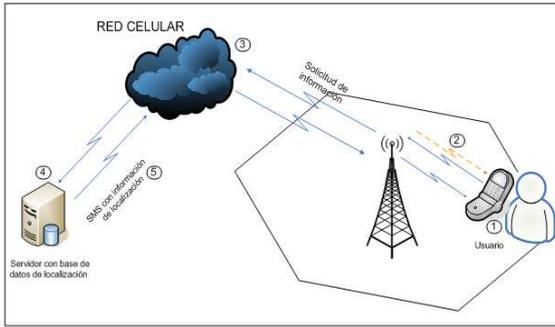


Figura 1: Esquema gráfico de la Aplicación de Localización

- El usuario solicita la información a través del programa instalado en su teléfono móvil (MS).
- La aplicación extrae información de la red (cell id y potencia de la señal) provista por la BS servidora.
- La aplicación envía un mensaje SMS a través de la red GSM con información del cell id a un servidor que contiene la base de datos de los cell id's y la información de los establecimientos cercanos.
- El servidor procesa la información utilizando la base de datos.
- El servidor envía de vuelta un mensaje SMS a través de la red con la respuesta requerida.

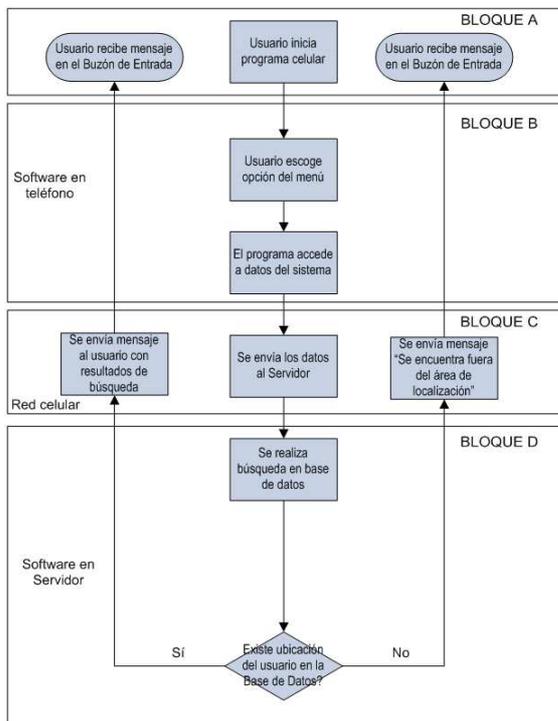


Figura 2: Diagrama de Flujo de la Aplicación de Localización

En la Figura 2 se muestra la aplicación de localización dividida en cuatro bloques: En el bloque A tenemos al usuario, quien inicia y en quien termina el sistema de localización desarrollado en esta tesis. El bloque C corresponde a la red celular GSM. Finalmente, tenemos

los bloques B y D, los cuales corresponden al software que se ha desarrollado en esta tesis. El bloque B es el software ubicado en el teléfono móvil y el bloque D es el programa ubicado en el servidor.

El software instalado en el móvil es la interfaz entre el usuario y el sistema desarrollado. El programa obtiene de la red el cell id y la potencia de recepción a través del canal BCCH, que junto a un código correspondiente a la opción que el usuario haya escogido, son enviados mediante un mensaje de texto (SMS) al servidor.

La aplicación instalada fue desarrollada para la plataforma "Series 60" de Nokia, siguiendo los lineamientos e información contenida en los documentos [6, 7]. Esta plataforma, como se explica detalladamente en [8], está basada en el sistema operativo Symbian OS, y para sus aplicaciones utiliza el lenguaje nativo de programación C++. Al activar la aplicación en el teléfono móvil, se despliega un menú de opciones, que permite al usuario escoger entre el tipo de establecimiento que desea encontrar.

El servidor consta físicamente de una PC, un teléfono móvil (en este caso un NOKIA 6200) y un cable de datos DKU-5 (USB) para la conexión entre PC y teléfono. El software instalado en el servidor cumple las funciones de conexión entre el teléfono y la base de datos en la PC, y de procesamiento de la información a través de una base de datos.

La comunicación con el teléfono se realiza gracias a una de las características principales de los teléfonos móviles de tecnología GSM, que es actuar como un MODEM, y es a través de éste que se envían y se reciben mensajes SMS.

Cada 40 segundos el programa revisa si el teléfono ha recibido algún mensaje. El programa realiza una búsqueda en la base de datos cada vez que un mensaje con información de localización es recibido. Luego de esto, con la información recabada de la base de datos, se crea un mensaje SMS, el cual es enviado a través del teléfono al usuario. Los 40 segundos se escogieron para evitar que algunos mensajes sean descartados debido a limitaciones de procesamiento y almacenamiento de los mensajes. Esto incrementa el tiempo de respuesta del servicio a los usuarios pero a la vez evita que alguien no sea atendido.

El programa en el servidor realiza una búsqueda de la información almacenada en la base de datos que coincida con aquella recibida en el mensaje; dicha información contiene las direcciones y nombres de los lugares cercanos al usuario. Los resultados de la búsqueda son enviados a través de un mensaje de texto.

Área de Pruebas

Se ha tomado un área geográfica específica del Distrito Metropolitano de Quito, para la realización de experimentos con la aplicación desarrollada en esta tesis, la cual debía cumplir con los siguientes requerimientos:

- Ser una buena representación de la ciudad, en cuanto a diversidad en tipo de edificaciones (casas, edificios, parques).
- Tener zonas comerciales y residenciales.
- Sitios con gran concentración de gente y tráfico de red, lo que se traduce en celdas más pequeñas y sobrepuestas.

El área escogida, ubicada en un sector urbano, es la sección circundada por las calles Ignacio de Veintimilla (Al Sur), la avenida Río Coca (al norte), las avenidas 6 de diciembre y Eloy Alfaro (al Oriente) y la avenida 10 de agosto (al Occidente). Todo esto cubre un área de 8,33 km².

Con el fin de realizar una comparación del desempeño de la aplicación entre áreas urbanas y rurales, se escogió como área rural de pruebas el sector del valle de Tumbaco (Poblaciones de Cumbayá y Tumbaco).

Diseño de Experimentos

Primero, se obtuvieron los cell id's dentro del área de pruebas por medio de un recorrido por las calles, utilizando una versión preliminar del software desarrollado en esta tesis, que obtenía los datos de red. Con los datos obtenidos, se realizó un mapa de cobertura con los respectivos cell id's. La superposición de celdas tiene el objeto de no dejar vacíos de cobertura, y es por esto que, en ocasiones, obtenemos dos o más valores diferentes de cell id's en un mismo sitio. Se establecieron sectores de prueba diferentes e independientes entre sí para cada una de las opciones de la aplicación del teléfono móvil (restaurantes, gasolineras, farmacias). Los sectores en el mapa de cobertura se diseñaron bajo los siguientes criterios:

- El diámetro de los sectores es de alrededor de 700 metros.
- Los sectores se superponen entre sí.
- El establecimiento más representativo se encuentra en el centro del sector.

El diámetro de cada sector se diseñó de 700 metros, ya que mediante un análisis visual en el mapa, y tras observar el área de cobertura de los distintos cell id's, se concluyó que era un diámetro adecuado para nuestros propósitos.

Se ubicaron los sectores dentro del área de pruebas, de tal manera que el centro de cada uno sea un establecimiento representativo. De esta manera, se garantiza que el usuario tenga cercanía a este sitio que constituye un punto de referencia por su importancia, popularidad o ubicación.

Base de Datos

Se diseñó una base de datos con las siguientes tablas, correspondientes a las diferentes opciones del programa en el teléfono: Restaurantes, Farmacias, Gasolineras y Sectores.

Los tipos de establecimientos escogidos, fueron determinados con el siguiente criterio. Primero, se buscaron alternativas que sean atractivas para los usuarios y para los propietarios de esos establecimientos, para fines comerciales. Además, se intentó buscar establecimientos de diferente campo (salud, entretenimiento, servicios, etc.). También se buscó que los establecimientos tengan una diferente concentración en el área escogida. La base de datos fue llenada con los datos experimentales que se obtuvieron de las diferentes mediciones que se realizaron en el área de pruebas.

Experimentos

Finalmente, con la aplicación de localización completa, se realizaron experimentos en distintos sectores del área de pruebas y además dentro de un área rural, que corresponde al valle de Tumbaco, aledaño a Quito. En cada lugar escogido, se ejecutó el programa y se obtuvo información de los lugares cercanos, que el sistema envió a través de mensajes de texto; con estos resultados se calcularon las distancias a los diferentes sitios desplegados en el mensaje de respuesta, con el objeto de tener una medida de precisión de la aplicación. Es importante notar que las pruebas fueron ejecutadas sin movimiento del usuario.

Resultados y Discusión

Se realizaron varias pruebas en distintos lugares de la ciudad de Quito. Cada prueba da como resultado una o varias opciones de restaurantes cercanos (generalmente 3). Luego de lo cual se procedió a registrar su distancia al lugar donde se ejecutó la prueba. El análisis de los resultados correspondientes a las pruebas con restaurantes se presenta a continuación.

Distancias

La base de datos fue establecida de tal manera que cada cell id registrado, es decir, cada pedido de la ubicación de un establecimiento por parte del usuario, tenga en lo posible, por lo menos dos opciones de establecimientos en su respuesta. Debido a la limitación de que un mensaje SMS permite solamente escribir 160 caracteres, no es posible dar más de tres o cuatro opciones de establecimientos.

Área Urbana

Los datos obtenidos de las distintas pruebas fueron analizados y la distancia promedio que se encontró al sitio requerido (la media de todas las muestras), fue de 311,25 metros.

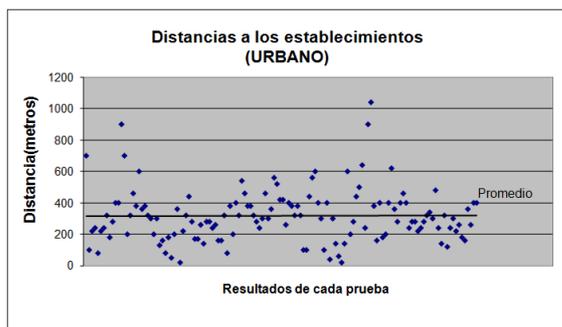


Figura 3: Distancias a los restaurantes desplegados en cada ejecución. (Zona Urbana).

En la Figura 3 se observan las distancias desde cada lugar en donde se ejecutaron las pruebas a cada uno de los establecimientos desplegados en los mensajes SMS de respuesta a tales pruebas. La línea negra representa el promedio de estas muestras, y se puede apreciar que la mayor distancia fue de 900 metros, mientras que el restaurante más cercano estuvo a 20 metros del lugar de la prueba. Se puede observar que solo el 6 % de las muestras se alejan 250 metros del promedio.

Área Rural

Las pruebas en el área rural presentan resultados diferentes a los del área urbana. La distancia promedio al sitio requerido (la media de todas las muestras), fue de 776,04 metros.

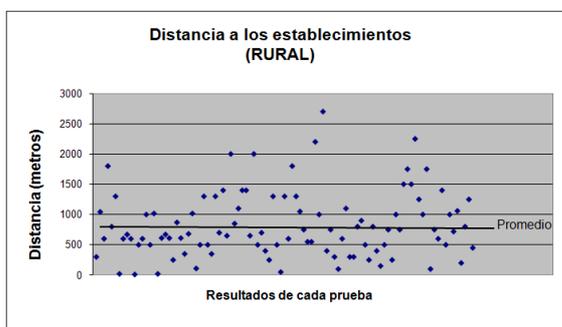


Figura 4: Distancias a los restaurantes desplegados en cada ejecución. (Zona Rural).

En la Figura 4 se pueden observar los resultados de las distancias a todos los restaurantes desplegados en la respuesta después de cada ejecución de la aplicación en el área rural de prueba. La mayor distancia fue de 2 kilómetros, mientras que el restaurante más cercano estuvo a 10 metros del lugar donde se ejecutó la prueba. Se puede observar que el comportamiento de la aplicación es menos regular en cuanto a distancias que lo que se observó en el área rural. Es importante notar la especial estructura topográfica del área rural estudiada en estas pruebas. Al ser un valle rodeado de montañas, y al ubicarse las antenas en sitios altos, las celdas tienen una extensión mucho mayor a las del área urbana.

Tiempos de respuesta

Se midió el tiempo transcurrido (en segundos) desde la ejecución de la aplicación en el teléfono hasta el instan-

te en que se recibe el SMS de respuesta por parte del servidor. Todo esto, con el objeto de tener un tiempo estimado de respuesta.

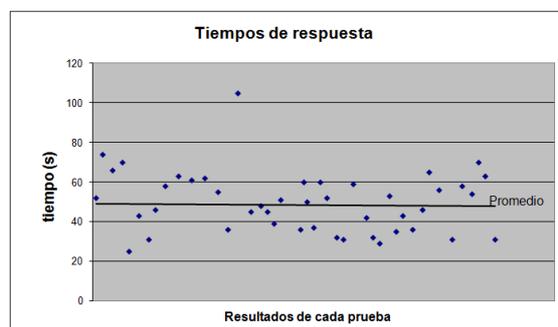


Figura 5: Tiempos de respuesta de la aplicación

En la Figura 5 se observan los tiempos de respuesta de las diferentes ejecuciones de la aplicación, así como el promedio total de éstas, que es de 55,47 segundos. Este tiempo resulta razonable, ya que aproximadamente un minuto de espera para la respuesta resulta extremadamente útil en relación a la posibilidad de que el usuario busque los establecimientos por cuenta propia. Se puede observar también, que existen pocas muestras que se alejan significativamente del promedio. Los picos altos indican una congestión en la red celular, lo que significa que en esos momentos existía alto tráfico. No se presentan resultados de medidas del tiempo de respuesta en el área rural, ya que estos no tienen una diferencia significativa con los del área urbana. Es decir, el tipo de celda (urbana o rural) no afecta en el tiempo de respuesta de la aplicación.

Conclusiones

- Se cumplió con el objetivo inicial de tener una aplicación plenamente funcional en un área de la ciudad de Quito, la cual satisfaga el requerimiento de un usuario de saber las direcciones de establecimientos cercanos.
- En el área urbana, la diferencia entre el promedio de las distancias más cortas y el promedio de las distancias más largas de cada conjunto de opciones es de aproximadamente 110 metros, lo que resulta un valor absolutamente razonable para que el usuario pueda escoger entre ellas, sin necesidad de que la distancia sea un factor excluyente o determinante en su decisión. Más bien, los factores de decisión serían el tipo de restaurante, facilidades de parqueo, vías de acceso, etc. Por lo tanto, en este aspecto, el programa resulta de gran utilidad en áreas urbanas.
- En el área rural, la diferencia entre el promedio de las distancias más cortas y el de las distancias más largas de cada respuesta obtenida es de aproximadamente 800 metros, lo que resulta mucho mayor a lo obtenido en el área urbana. Esto se debe a que