

NaviMod2: Sistema móvil de solicitud de transporte privado usando geolocalización y consulta de tráfico vehicular

Alberto Tsang, Claudio Melcón y Wilmer Pereira

Escuela de Ingeniería de Informática,
Universidad Católica Andrés Bello,
Caracas, Venezuela, 1020
albertokicyiu@gmail.com
cmelc@gmail.com
wpereira@ucab.edu.ve

RESUMEN

En la actualidad, muchas ciudades presentan diariamente una gran concentración de tráfico vehicular, además, los medios de transporte público en ciertas horas pico del día colapsan por la gran cantidad de personas que los utilizan. Por lo tanto, debido a estos problemas, es difícil para los ciudadanos trasladarse de un sitio a otro, ocasionando retrasos en los tiempos de llegada a sus destinos. Para evitar de cierta manera estos inconvenientes, en los últimos años se han desarrollado muchos sistemas informáticos que se centran en la supervisión automática del tráfico vehicular. El presente artículo tiene como objetivo presentar un sistema, para dispositivos móviles, bajo sistema operativo Android, llamado NaviMod2, el cual hace uso de las ventajas que ofrece la Geolocalización para realizar pedidos de transportes privados o taxis. El sistema automáticamente se aprovecha de las funcionalidades del GPS, para estimar velocidad de la unidad de transporte, detectar situaciones de tráfico vehicular y así proponer un tiempo de llegada a destino.

Palabras claves: Geolocalización, tráfico vehicular, medios de transportes, sistema operativo Android, GPS.

ABSTRACT

Today, many cities have high concentrations of vehicle traffic. In addition, certain hours of the day, the public transport collapse because a lot of people use it. Therefore, due to these problems, it is difficult for the persons to move around the city, often causing delays in order to arrive to their destinations. To help citizens, in recent years, have been developed several monitoring system of traffic. This article present an application for Android mobile device called NaviMod2, which use Geolocation for request private transport. Using the functionality of the GPS, this system estimate velocity of private transport and propose a time to arrive to destination.

Keywords: Geolocation, vehicle traffic, public transport, Android, GPS.

1. Introducción

La congestión vehicular en las ciudades es un fenómeno que siempre ha existido debido al exceso de demanda de las vías. En los últimos años, especialmente desde principios de los años noventa, el aumento de la demanda de transporte y del tráfico vial ha causado, particularmente en las grandes ciudades, más congestión, demoras, accidentes y problemas ambientales. Dicho aumento surge de una mayor posibilidad de acceso a los automóviles de parte de los ciudadanos, reducción de los precios de venta, más oferta de autos usados, crecimiento de la población y una escasa aplicación de normas y políticas estructuradas en el transporte urbano.

Hoy en día existen muchos sistemas informáticos que se centran en la detección automática del tráfico vehicular, los

cuales normalmente son conocidos como Sistemas de Tráfico Inteligente (STI).

Algunos de estos sistemas usan procesamiento digital de imágenes [BCM05] lo cual permite obtener información en tiempo real y de manera más o menos precisa. No obstante, para su uso masivo el costo de los equipos es alto, las condiciones ambientales afectan su desempeño y el procesamiento de imágenes además requiere servidores potentes para dar respuesta lo más rápida posible. Es por ello que los sistemas basados en dispositivos móviles [FGP07], [Tud09] se hacen cada vez más populares. Sin embargo, la mayoría dependen de la calidad y regularidad con la que el usuario provea la información. Es por ello que nuestro sistema ofrece la posibilidad de detectar tráfico automáticamente, monitoreando el desplazamiento de los taxistas.

En consecuencia, en las últimas décadas, a raíz de los avances tecnológicos que han surgido en cuanto al área de los sistemas computacionales, el desarrollo de este tipo de servicios se ha incrementado. Por lo tanto actualmente son implementados por muchos países, principalmente los de América Latina, ya que poseen ciudades que presentan una mayor concentración de tráfico vehicular. Estos sistemas no pretenden solucionar los problemas de congestión citados anteriormente, más bien su función principal es darle a conocer a los usuarios las zonas de la ciudad que presentan tráfico vehicular, de modo que éstos puedan estar al tanto de las situaciones que se presentan en las vías antes de desplazarse a sus destinos.

Una de las herramientas más utilizadas en los sistemas de tráfico inteligente, como ya mencionamos, es el GPS, principalmente centrado en el ámbito de la navegación. Sin embargo, a raíz de la popularidad y a la baja de precios, estos se han ido implementando en los dispositivos portátiles como teléfonos móviles de última generación. Hoy en día la tecnología GPS se ha convertido en una herramienta de uso diario, siendo un servicio gratuito y accesible al público en general.

Progresivamente han ido surgiendo Sistemas de Tráficos Inteligentes que hacen uso del sensor GPS que incorpora el dispositivo móvil, para conocer los datos de la posición del usuario que se encuentra manejando el vehículo. Además con esta tecnología se pueden estimar parámetros como el número de vehículos, la velocidad, distancias recorridas, y así generar un algoritmo de detección de tráfico.

2. Sistema NaviMod2

NaviMod2 es un sistema que automatiza el pedido de transporte privado, está orientado a ser utilizado por compañías de líneas de Taxis, principalmente en ciudades que presentan diariamente una gran concentración de tráfico vehicular.

La diferencia de NaviMod2 con respecto a otros sistemas de pedido de transporte, es el uso de las posibilidades que ofrece la Geolocalización para realizar el proceso de petición de carreras, permitiendo a los clientes realizar un seguimiento de la posición de los choferes a medida que estos se van desplazando con el vehículo. Además los usuarios tienen la posibilidad de realizar búsquedas de direcciones y marcarlos como destinos de la carrera a realizar, los cuales quedarán registrados dentro de la base de datos del sistema.

El sistema tiene la posibilidad de mostrarle al cliente los tiempos aproximados de llegada de cada uno de los choferes, además de calcular de manera automática el costo de las carreras.

En un sistema de pedido de transporte, la congestión de las vías no puede pasar desapercibido, por lo tanto, una de las características más destacable de NaviMod2 es la capacidad de enviar notificaciones de tráfico en tiempo real, mediante el uso de un algoritmo de detección de tráfico basado en la velocidad marcada por los vehículos de los choferes. Dicha información es compartida con otros usuarios que se encuentran activos dentro del sistema.

NaviMod2 utiliza en todo momento el servicio de Google Maps para mostrar marcadores sobre el mapa, como la ubicación propia del usuario, la posición

geográfica de los choferes que se encuentran activos, las direcciones origen y destino de la carrera a realizar y las notificaciones de tráfico reportados por los choferes.

La aplicación tiene la posibilidad de mostrar el mapa en dos diferentes vistas, la vista normal y la vista satelital, la primera es la que se usa por defecto y muestra el mapa en forma de cartografía presentando de forma detallada los lugares y tramos de carreteras, mientras que la vista satelital muestra el mapa por medio de fotografías satelitales. Cabe destacar que la aplicación requiere de una conexión a internet activa para cargar ambos tipos de mapas, de lo contrario no se puede visualizar la misma.

NaviMod2 se encuentra desarrollado para ser ejecutado en dispositivos que hacen uso de la versión 2.1 o superior del sistema operativo Android [Goo09]. El hecho de poder utilizar los servicios que ofrece Google Maps combinado con las funcionalidades del módulo GPS del dispositivo, a la vez que se puede aprovechar la conexión a internet de la misma para intercambiar datos con un servidor externo, hacen que Android sea la plataforma adecuada para implementar este servicio.

Además NaviMod2 también puede ser utilizado por los clientes en computadores de escritorio, a través de la versión web del mismo, el cual contiene todas las funcionalidades que posee la aplicación móvil con pequeñas diferencias en cuanto al uso.

3. Geolocalización de usuarios

La aplicación móvil del sistema NaviMod2 maneja dos tipos de usuarios, los cuales se clasifican en clientes y choferes, por lo tanto la aplicación se divide en dos módulos distintos, cada uno orientado para el uso de un tipo de usuario específico.

El módulo de los choferes de la aplicación está orientado a ser utilizado justamente en el momento en que el chofer se encuentra conduciendo, dándole de esta manera al sistema la posibilidad de determinar su ubicación geográfica utilizando el sensor GPS que incorpora el dispositivo móvil, esta posición es calculada a través de las coordenadas del chofer, los cuales son enviados a un servidor central que se mantiene en espera de conexiones HTTP entrantes.

En el lado del servidor se tiene una base de datos que se encarga de guardar la información de los usuarios que se registran en el sistema, las carreras realizadas por los mismos y la información de las notificaciones de tráfico generados por los usuarios.

La finalidad de enviar las coordenadas de los choferes al servidor, es actualizar la posición de los mismos dentro del sistema, de manera que esta ubicación puede ser consultada tanto por los clientes como por los choferes que se encuentran activos.

Debido a las limitaciones de la intensidad de señal del GPS en zonas techadas, la aplicación también tiene la capacidad de mostrar y calcular la ubicación geográfica del usuario en el mapa a través de una conexión a internet, usando la triangulación de señales por medio de puntos de acceso WIFI cercanos o antenas de redes móviles. De modo que los clientes tienen la posibilidad de realizar peticiones de carrera cómodamente desde sus hogares, sin recurrir necesariamente a estar en una zona con buena intensidad de señal del GPS. En el caso de los clientes, su

ubicación es requerida para que el sistema pueda detectar la dirección origen de la carrera a realizar.

Para mantener la posición de los choferes actualizados en el mapa, la aplicación se conecta con el servidor de forma periódica, tanto para actualizar la posición propia del usuario, como para consultar la ubicación de los demás choferes.

No obstante el consumo de la batería del dispositivo móvil es un factor que se tomó en cuenta, debido a que cada vez que se necesita interactuar con la base de datos se requiere de una conexión a internet para comunicarse con el servidor, por ende a medida que el intervalo de tiempo entre cada conexión sea más pequeño, más consumo de batería se gasta.

Para mantener un nivel equilibrado en cuanto al consumo de la batería, se estableció un intervalo de tiempo de un minuto entre cada conexión al servidor.



Figura 1: Ubicación de los choferes en el mapa

4. Tiempo de llegada aproximado del chofer

Antes de realizar una petición de carrera, el cliente tiene la posibilidad de consultar una duración aproximada del tiempo mínimo que le puede tomar al chofer en llegar al lugar donde se encuentra, la duración de este tiempo se expresa en minutos, y puede ser un factor a tomar en cuenta en el momento de escoger el chofer al cual se desea realizar el pedido. Para realizar el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo mínimo de espera} = \frac{\text{Distancia entre el chofer y el cliente}}{\text{Velocidad actual a la que va el chofer}}$$

Para calcular este tiempo mínimo de llegada, es necesario conocer la velocidad a la que se mueve el vehículo del chofer, por lo tanto la aplicación hace uso del GPS del dispositivo para obtener la distancia entre dos posiciones geográficas, que son determinados en un intervalo de cada dos segundos.

Cabe destacar que la distancia calculada entre la ubicación del cliente y el chofer es una distancia directa (no es lo mismo que la distancia de recorrido), debido a

ello el tiempo que se muestra, representa la duración mínima que le puede tomar al chofer en llegar al lugar donde debe recoger al cliente.

5. Proceso de petición de carrera

La comunicación entre el cliente y chofer durante el proceso de petición de carrera no se realiza de nodo en nodo, es decir no se produce una comunicación directa entre los dispositivos móviles de ambos, ya que lo que hace la aplicación es enviar la petición al servidor por medio del protocolo HTTP para que este se registre en la base de datos. Para que el chofer reciba la petición, la aplicación se conecta cada cierto tiempo al servidor para consultar en la base de datos si se tiene una carrera pendiente, en tal caso se recibe la petición. De esta forma, la base de datos puede considerarse como puente de comunicación entre ambos dispositivos, o entre el cliente y el chofer.

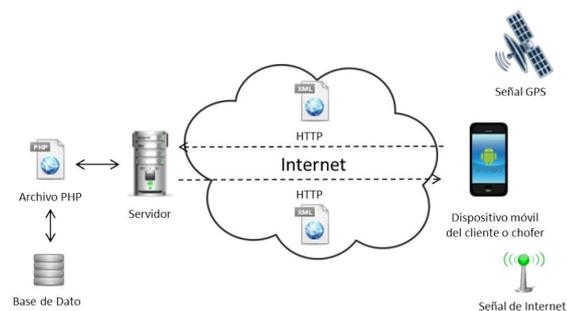


Figura 2: Comunicación entre la aplicación móvil y la BD

Una vez que el cliente haya marcado su dirección destino, ya puede seleccionar uno de los choferes con el estado "Activo" que se muestra en su mapa para realizar un pedido de carrera.

Antes de enviar la petición al servidor, se le presenta al cliente una pantalla de confirmación, en donde se le da la posibilidad de aceptar o cancelar el pedido, los datos que se muestran son: la dirección origen, la dirección destino, el chofer seleccionado y el costo de la carrera.

El costo es generado de forma automática por el sistema, para ello se desarrolló un algoritmo que se encarga de realizar el cálculo basándose en la distancia que hay entre los puntos de origen y destino de la carrera. Los costos fueron establecidos por rangos de distancias, como se muestra en la siguiente tabla:

Rangos	Costo por rango	Costo por kilometraje	Costo Total
0 a 5 km	30 Bs	5 Bs	35 Bs
6 a 10 km	50 Bs	10 Bs	60 Bs
11 a 15 km	70 Bs	15 Bs	85 Bs
16 a 20 km	90 Bs	20 Bs	110 Bs
21 a 25 km	110 Bs	25 Bs	135 Bs

Tabla 1: Costo de carreras por rango de distancias

Como se puede apreciar en la tabla, los valores de los rangos siguen una secuencia continua, los cuales van

umentando de cinco en cinco. El costo inicial por intervalo es de 30 Bs, el cual va incrementando de veinte en veinte por cada rango de distancia. Siguiendo una reglas simples se pueden cambiar fácilmente los precios, con sólo fijar un precio inicial por kilometraje y los costos por rango.

Primero el algoritmo determina la distancia entre ambos puntos, luego chequea en qué intervalo se encuentra, para saber el costo que le corresponde, al cual finalmente se le suma un cargo adicional por kilometraje, que viene siendo el último valor del rango, obteniendo de esta manera el costo total de la carrera.

El valor del costo calculado por el sistema puede ser un factor a tomar en cuenta por el cliente, ya que influye en la decisión de aceptar o rechazar la carrera bajo dicho costo. En caso de aceptarla únicamente faltaría la confirmación de parte del chofer para iniciar la carrera.

La siguiente figura muestra un ejemplo de una carrera por confirmar:



Figura 3: Pantalla de confirmación de carrera

Una vez que el chofer recibe la petición de carrera, este tiene la posibilidad de consultar los datos de la misma, los cuales son: la dirección origen, la dirección destino, el chofer seleccionado y el costo de la carrera. Basándose en dicha información el chofer puede Aceptar o Rechazar la solicitud de carrera del cliente.

Para facilitar la comunicación entre el cliente y el chofer en caso de que este haya aceptado la carrera, luego de enviar su respuesta de aceptación al servidor se le provee al chofer el número telefónico del cliente, y se envía al mismo un mensaje SMS de manera automática para notificarle la aceptación de la carrera de parte del chofer y a la vez proporcionarle el número telefónico.

Ya llegado a este punto, el cliente cuenta con el número telefónico del chofer y viceversa, de manera que pueden establecer una comunicación ya sea por mensajes SMS o llamadas telefónicas. Además por tener ambos una carrera con el estado en "Aceptado" no pueden enviar ni recibir peticiones de carreras hasta que el chofer haya finalizado la misma.

La ubicación del cliente se muestra en el mapa del chofer una vez que este haya aceptado la carrera, por lo tanto en caso de que el chofer no tiene idea de cómo llegar a dicho lugar, puede guiarse mediante el mapa.

Dado que la ubicación del chofer se va actualizando en el mapa, el cliente puede hacerle seguimiento a su posición, para estar atento al momento en que el chofer llega al lugar donde se encuentra. Además, el tiempo mínimo aproximado de llegada se irá actualizando a medida que el chofer se aproxime a la ubicación del cliente.

6. Notificaciones de tráfico

El módulo de los choferes de la aplicación móvil tiene la capacidad de emitir notificaciones de tráfico vehicular. La información de tráfico creada por cada chofer será compartida con los demás usuarios del sistema (tanto choferes como clientes), para que estos puedan consultar mediante el mapa las ubicaciones donde se emitieron las señales de tráfico.

Estas señales de tráfico no son más que marcadores dinámicos que se van dibujando en el mapa en el momento que el algoritmo detecte la existencia de tráfico en la zona donde se encuentre el chofer, la idea es que la información de tráfico se envíe de forma automática al servidor en segundo plano y sin la interacción del usuario.

El algoritmo de detección de tráfico se basa en el comportamiento de los vehículos para asumir la existencia de tráfico, este comportamiento se determina por las velocidades a la que va el automóvil durante un periodo de tiempo determinado.

Para realizar la detección de tráfico el sistema necesita tomar un cierto tiempo, debido a la cantidad de operaciones que se requiere procesar para asumir su existencia, por lo tanto para no recurrir a la espera, el usuario tiene la posibilidad de enviar notificaciones de tráfico de forma manual.

El algoritmo de detección de tráfico trabaja desde el momento que el chofer activa la opción de "envío de notificaciones de tráfico de manera automática", este se ejecuta de forma cíclica y en segundo plano sin interacción del usuario.

El sistema tiene la capacidad de detectar dos tipos de tráfico, los cuales se clasifican en: fuerte y moderado, ambos representan el nivel del tráfico, los cuales se determinan por medio de la velocidad a la que se mueve el chofer, para ello se realizó un estudio de las velocidades registradas por el chofer durante un tiempo de dos minutos.

Durante este tiempo se van contando los momentos en que la velocidad del chofer es menor a 15 km/h, cuando está entre 16 y 30 km/h, y cuando no se encuentra en dichos rangos, este conteo se controla mediante unas variables que actúan como contador.

Al finalizar el estudio de dos minutos se compara el valor de cada uno de los contadores, para saber cuál es el rango de velocidad que ha predominado más durante dicho periodo, en caso de ser el rango de velocidades menor a 15 km/h, se asume que existe un tipo tráfico fuerte en la zona, en caso de ser el rango que está entre 16 y 30 km/h, se toma como un tipo de tráfico moderado y finalmente en caso de que no sea ninguno de los rangos citados, significa que el vehículo del chofer se ha estado moviendo a una

velocidad superior a 30 km/h en la mayor parte del tiempo, por lo tanto se asume que no hay tráfico en la zona.

Luego de determinar el tipo de tráfico que existe en la zona donde se encuentra el chofer, finalmente se envía la información de tráfico al servidor para que este lo registre en el sistema, de manera que dicha información puede ser compartido con otros usuarios que se encuentran activos.

La siguiente figura muestra un ejemplo de un marcador de tráfico sobre el mapa:



Figura 4: Marcador de tráfico sobre el mapa

La consulta de tráfico puede ser realizada tanto en el módulo de cliente de la aplicación como en el de chofer, puede ser mostrada de dos maneras, por medio de Google Maps a través de marcadores dinámicos y en un menú donde se muestra la información de cada uno de los puntos de tráfico de manera listada.

Además el usuario puede conocer la antigüedad de la señal de tráfico a través de la fecha y hora en la que se emitieron, cabe destacar que debido a las limitaciones impuestas en las consultas, sólo se muestran las notificaciones enviadas con una hora de anterioridad.

Las señales de tráfico que se registran además influyen en el tiempo mínimo de llegada de cada chofer, esto es debido a que cada vez que el sistema detecta que hay notificaciones de tráfico cercanas al lugar donde se encuentra el cada chofer, se le agrega un tiempo extra de duración a su tiempo de llegada, el cual varía según el tipo de tráfico registrado en la zona.

Además, la aplicación también tiene la posibilidad de mostrar las notificaciones de tráfico de manera listada, como se muestra en la siguiente figura:



Figura 5: Notificaciones de tráfico de manera listada

7. Aplicación web

La aplicación web es un complemento del sistema NaviMod2 que interactúa directamente con la base de datos principal e integra el sistema de mapas para interactuar con la aplicación móvil.

Las funciones básicas que tiene la aplicación web son las siguientes:

- ✓ Manejo de usuarios en la aplicación web: este sistema cuenta con registro de usuario e inicio de sesión. Esto incluye no solo clientes sino también administradores.
- ✓ La aplicación web se integrara con la móvil haciendo uso de la base de datos como puente de comunicación entre ambos.
- ✓ Cuenta con la integración del servicio de mapas Google Maps.
- ✓ Mostrar las marcas de tráfico almacenadas en la base de datos.
- ✓ Realizar pedido de transporte y lleva el control sobre carreras activas.

Además de las funcionalidades básicas, la aplicación web lleva una serie de estadísticas para ayudar no solo al usuario sino también a los administradores. Las mismas se realizan en diversas secciones de la aplicación web.

Las estadísticas son las que se detallan a continuación:

- Estadística de choferes activos: Se llevan los porcentajes de choferes activos en el momento de realizar la consulta, en relación a los choferes totales.
- Estadísticas de las carreras de cada Chofer: Se muestran datos como porcentaje de carreras finalizadas y rechazadas por el chofer.
- Estadísticas de Transito: Se presentan todas las direcciones que presentan congestiones en el momento que el usuario realiza la consulta, para cada zona se muestra la cantidad de señales de tráfico por tipo. Además en esta misma sección de se presenta cada una de las señales de tráfico generadas, quien las genero y cuando.
- Estadística de Pedido: Los administradores tienen la posibilidad de consultar los porcentajes de carreras

realizadas, en relación a las direcciones de origen donde se recogieron a clientes. Esto ayuda a los administradores a distribuir mejor sus choferes de acuerdo a las zonas más demandadas.

8. Conclusión

Finalmente como conclusión se puede decir que con el desarrollo de este proyecto se obtuvo un sistema orientado a ser utilizado en ciudades donde es difícil trasladarse de un sitio a otro debido a la gran concentración de tráfico vehicular que se presenta diariamente.

Debido a las posibilidades que ofrece la Geolocalización para realizar el proceso de petición de carrera, el sistema no solo da un nuevo enfoque al modelo actual de pedido de transporte, sino que lo soporta a través de sus dos módulos principales (móvil y web), creando facilidades tanto para choferes como clientes al momento de transitar una metrópolis.

La integración de las funcionalidades de pedido de transporte combinado con el sistema de consulta y detección de tráfico, en un solo sistema que puede ser accedido tanto en computadoras de escritorio como en dispositivos móviles, le dan a los usuarios una alternativa a los modelos de pedido de transporte actuales.

9. Recomendaciones

La seguridad del sistema se sustenta en aquella que ofrezca el sistema de telefonía celular de los móviles. Sin embargo, se podría definir un servidor Web seguro para la comunicación con el servidor (vía HTTPS) que sólo requiere la instalación de plug-in SSL. La comunicación entre los móviles (usuario-taxista) también podría cifrarse para asegurar confidencialidad.

El sistema se podría extender para hacer estimaciones de tráfico más general usando la información que proveen los móviles de los taxistas. Esto a condición de que tengan encendido el GPS y la aplicación reporte densidad de tráfico hacia el servidor Web.

Se espera hacer una estimación más precisa de la distancia del taxista al usuario, valiéndose del mapa, para tener no sólo un simple cálculo en línea recta. Es decir, tomar en cuenta la sinuosidad del trayecto. Además sería conveniente separar los tráficos por avenidas, calles y autopista pues el comportamiento de cada vía es diferente.

Referencias

- [BCM05] BRAVO, Y., CARRERA, H. y MOYA, P. (2005). *Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo de Tráfico Vehicular Utilizando Procesamiento Digital de Imagen*, [en línea]. Disponible en: <http://ciecfe.epn.edu.ec/JIEE/historial/XIXJIEE/18Monitoreo%20de%20tr%C3%A1fico%20vehicular.pdf> [2011, 12 de junio].
- [Bec99] BECK, K. (1999). *Extreme Programming Explained* (1ª edición). Boston: Addison-Wesley Professional.

- [FGP07] FLORES, A. R., GUERRA, F. J. y PERALTA, R. R. (2007). *Diseño de una plataforma para monitorear y controlar el tráfico vehicular usando interfaces inalámbricas y GPRS*, [en línea]. Arequipa: Universidad Católica San Pablo. Disponible en: <http://www.slideshare.net/ucsp/disenode-una-plataforma-para-monitorear-y-controlar-el-trafico-vehicular-usando-interfases-inalambricas-y-gprs> [2011, 10 de junio].
- [Gom10] GÓMEZ, S. (2010, 03 de agosto). *Desarrollo en Android*. [en línea]. Disponible en: <http://www.sgoliver.net/blog/?p=1313> [2011, 21 de Abril].
- [Goo09] GOOGLE INC (2009). *Android Dev Guide*, [en línea]. Disponible en: <http://developer.android.com/guide/developing/devices/index.html> [2011, 10 de abril].
- [Int10] *Introducción a la programación con Android*, (2010, 22 de marzo), [en línea]. Disponible en: <http://casi Diablo.net/tutorial-basico-android/> [2011, 15 de abril].
- [Mei10] MEIER, R. (2010). *Professional Android 2 Application Development* (2da edición). UK: Wrox Press.
- [Muñ11] MUÑOZ, M. A. *Navegación*, [en línea]. Disponible en: <http://www.manualvuelo.com/NAV/NAV72.html> [2011, 09 de agosto].
- [Mur08] MURPHY, M. L. (2008). *The Busy Coder's Guide to Android Development*. United States: CommonsWare.
- [Tud09] TUDELA, J. (2009). *Desarrollo de Aplicaciones Para Dispositivos Móviles Sobre la Plataforma Android de Google*. Trabajo de grado, Ingeniería en Informática, Universidad Carlos III, Madrid.