

## **Descripción de varios métodos y aplicaciones de la radiolocalización a servicios para usuarios móviles**

*Luis Alberto Flórez Serna\**, *Sergio Román Obando Cadavid\**  
(Recibido el 4 de diciembre de 2001)

### **Resumen**

La tecnología inalámbrica ha abierto un nuevo mundo, dando a los usuarios móviles la libertad para tener conocimiento y comunicarse a voluntad con otros usuarios. Las nuevas plataformas de tecnología han evolucionado para unir a los usuarios en una gran comunidad móvil que comparte amistad, información e intereses comunes. Esta tendencia en la evolución está ligada al aumento del uso móvil y son excelentes noticias para los operadores móviles quienes prevén hacer los servicios basados en la posición su prioridad. La tecnología geoespacial ha sumado una nueva dimensión a la experiencia móvil y el advenimiento de los servicios basados en la posición ha extendido estas libertades. Los sistemas basados en la posición serán la piedra angular de la Internet móvil, y el tiempo y el lugar serán valores añadidos a la información pedida.

Este documento contiene información necesaria para comprender el funcionamiento de los nuevos servicios que se ven venir con las mejoras en implementación que se están haciendo en las redes celulares del mundo, además posee una descripción de que son los servicios basados en la radiolocalización, un poco de historia, cómo funcionan, de qué se sirven para operar, sus principales características y una mirada hacia el futuro de qué nuevos servicios se pueden sumar a los ya existentes.

----- *Palabras clave:* AOA, TDOA, TOA, E-OTD, A-GPS, radiocamera, LBS, E-911, radiolocalización.

## **Description of Several Methods and Applications of the Radiolocation to services of Mobile Users**

### **Abstract**

The wireless technology has opened a new world, giving the mobile users the freedom to have information and to communicate at will other users. The new

---

\* Estudiantes Universidad de Antioquia. laflorez@udea.edu.co. seroc@mailcity.com.

technology platforms have evolved to unite the users in a great mobile community that shares friendship, information and common interests. This tendency in the evolution is linked to the increase of the mobile use and there are excellent news for the mobile operators who foresee to make the services, based on the position, their priority. The geoespatial technology has added a new dimension to the mobile experience and the coming of the services based on the position has extended these freedoms.

The systems based on the position will be the angular stone of the mobile Internet, and time and place will be added values to the requested information.

This document contains necessary information to understand the operation of the new services that will come with the improvements in implementation that are being done in the cellular nets of the world, it also has a description of what are the services based on radiolocation, some history, how they work, what they use to operate, their main characteristic and a future look to the new services can be added to those, already in use existent.

----- *Key words:* AOA, TDOA, TOA, E-OTD, A-GPS, radiocamera, LBS, E-911, radiolocation.

## Introducción

El mercado de los servicios de radiolocalización ha existido en una forma limitada durante casi veinte años. Se inició con el servicio de seguimiento básico (LO-JACK y ONSTAR) y ubicación automática de vehículos (AVL). Hasta hace poco, la ubicación estuvo solamente disponible para clientes con equipos costosos que requerían inscribirse a un servicio de localización especial para satisfacer sus requerimientos de posición [1].

El mundo móvil ha evolucionado en una paz extraordinaria, y la Internet móvil ha traído el acceso a información fácil para millones de usuarios móviles. Los servicios son accesibles desde una amplia variedad de aparatos móviles vía WAP, WEB y SMS, y estos pueden ser personalizados por operadores de servicios inalámbricos y portales móviles para un determinado uso. La tecnología móvil y la Internet son las tecnologías de más rápido crecimiento en todos los tiempos. Internet tuvo más usuarios en sus primeros 5 años de los que el teléfono tuvo en los primeros 30, la Internet móvil tiende a superar esta velocidad.

Los sistemas basados en la posición (LBS) poseen la habilidad de hallar el punto geográfico de equipos móviles y proporcionar servicios basados en esta información de posición, que en la mayoría de las veces es solicitada por el usuario. En la figura 1 se representa la radiolocalización de un móvil.

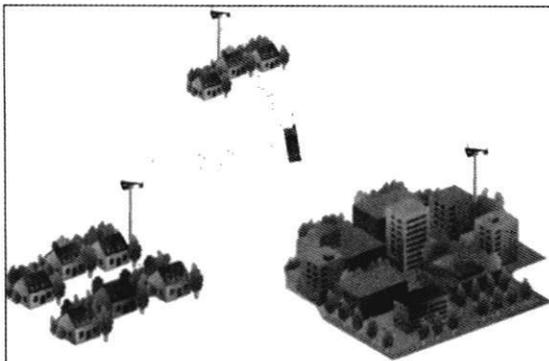


Figura 1 Radiolocalización de un móvil [2]

## Fundamentos de los servicios de radiolocalización

La función básica de un sistema de posición es brindar información acerca del sitio de una estación móvil (MS) operando en una área geográfica y procesar esa información para poseer un estimativo del lugar. Una técnica popular, conocida como **radiolocalización**, hace mediciones de los parámetros de las señales de radio que viajan entre una MS y un juego de transceptores fijos, los cuales se usan para hallar la posición promedio o relativa.

Muchos sistemas existentes de ubicación inalámbrica, como el sistema de posicionamiento global (GPS) que es soportado por un completo sistema satelital y Loran C que es un sistema de navegación hiperbólico utilizado más que todo en posicionamiento marítimo, hacen uso de las técnicas de radiolocalización. Con estas tecnologías la MS formula su propia posición, la cual puede ser transmitida a una central.

Los sistemas de radiolocalización pueden ser implementados en una de dos formas: en la primera, la MS usa señales transmitidas por la estación base (BS) para calcular su propia posición, como en GPS. Con la segunda, la BS mide las señales transmitidas por la MS y llevadas a una central para su procesamiento. Esta última tiene la ventaja de no requerir modificación alguna o equipo especial en el dispositivo portátil, luego se pueden utilizar una gran cantidad de equipos móviles que existen en las redes celulares.

## Métodos de localización

Los sistemas de radiolocalización pueden ser implementados y basados en la medición de la intensidad de la señal (SS), ángulo de arribo (AOA), tiempo de arribo (TOA) y la lista continua. Las mediciones de las señales se usan para determinar la distancia o dirección de la radiotrayectoria hacia/desde una MS desde/hacia múltiples BS. Cabe anotar que la propagación línea de vista (LOS) a la BS (MS) es esencial para tener alta exactitud en la posición.

### Intensidad de la Señal (SS)

Método de posición basado en la red, el cual usa un conocido modelo matemático que describe las pérdidas por atenuación en la trayectoria, debido a la distancia. Ya que una medición de la potencia de la señal suministra un estimativo de la distancia entre la MS y la BS, la MS debe quedar ubicada en un círculo centrado en la BS. Asumiendo geometría de dos dimensiones, existen varios modelos para escoger, teniendo por supuesto la premisa de una antena omnidireccional o sectorial en la BS y condiciones de propagación que dependen del ambiente en funcionamiento (en el caso de telefonía celular tenemos: ambientes internos, espacio libre, Bullington, Carey, Cost231 (Walfisch-Ikegami), Egli, Hata, Quick, London (Ibrahim y Parsons)), los niveles de señal en los contornos alrededor de la BS son círculos. Si los niveles de señal desde tres diferentes BS son conocidos, la posición de la MS puede ser determinada como el único punto de intersección de los tres círculos. Para confrontar lo anterior, se puede tomar el modelo de propagación de espacio libre, y se tiene:

$P_t = P_r + L - G$ , donde todo es dado en decibelios (dB), y:

$P_t$ : potencia transmitida (de antemano es conocida).

$P_r$ : potencia recibida (puede ser conocida, se asume que sí lo es).

$L$ : pérdidas por atenuación (espacio libre),  $L = 32,4 + 20 \log(R) + 20 \log(F)$ .

$R$ : distancia entre la BS y la MS (km).

$F$ : frecuencia central de operación (MHz).

$G$ : ganancias en las antenas (suponiendo valor de 1, es decir,  $G = 0$ ).

$P_t = P_r + 32,4 + 20 \log(R) + 20 \log(F)$ , de todas las variables de la ecuación, el único factor que es desconocido es  $R$ , por tanto cada BS tiene la posibilidad de hallar la distancia promedio de donde esta ubicada la MS (círculo). El proce-

dimiento anterior se puede adaptar a cualquier método de propagación antes dicho, solo es necesario hacer los ajustes respectivos en cuanto a la ecuación de pérdidas por atenuación que cada técnica posea.

Para sistemas basados en intensidad de la señal, la fuente primaria de error es el desvanecimiento multitrayectoria y las sombras en el sistema (lugares que no son cubiertos por la BS).

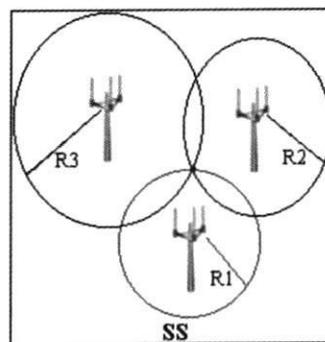


Figura 2 Potencia de la señal

### Ángulo de arribo (AOA)

Método de posición basado en la red, también a veces llamado método de dirección de arribo (DOA), que es utilizado para determinar la dirección de la MS respecto a la BS. Este estima la posición de una MS midiendo el AOA de una señal desde una MS a varias BS a través del uso de un arreglo de antenas o antenas adaptativas. Este método exige que la señal venga directamente desde la MS a la BS, lo cual es por lo menos bastante raro en el ambiente de ciudad. En ausencia de una señal LOS, el arreglo de antenas ubicará una señal reflejada que puede no estar llegando desde la dirección de la MS. Aun si LOS está presente, la multitrayectoria interferirá con el ángulo de medición. La exactitud del método disminuye con el aumento de la distancia entre la MS y la BS debido a limitaciones fundamentales de los equipos usados para hacer la medición, como también de caracterís-

ticas de difusión cambiantes. La información del AOA de la señal, medido en la MS o la BS, puede ser usado en la posición. Ya que una medición del AOA requiere un arreglo de antenas, esto sólo es factible en la BS.

Los sistemas con AOA usan simple triangulación para hallar la posición aproximada basado en el AOA estimado de una señal en dos o más BS para estimar la posición de una MS deseada. Los sistemas con AOA usan arreglos de antenas y consisten en dos o más elementos que son usados para medir la línea de orientación (radial) vista en dos o más BS.

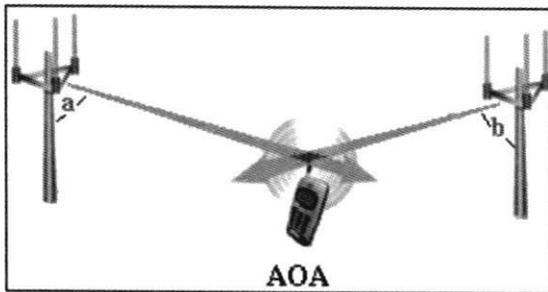


Figura 3 Ángulo de arribo [3]

### Tiempo de arribo (TOA)

Método de posición basado en la red, es usado para estimar el tiempo de arribo de una señal transmitida por la MS y recibida en múltiples BS's. Puede ser posible para la BS determinar indirectamente el tiempo que le toma a la señal desde la MS al receptor en el enlace ascendente o descendente. Esto puede hacerse midiendo el tiempo en el cual el móvil responde a una pregunta o a una instrucción transmitida al móvil desde la BS. En TOA, la distancia entre una MS y una BS es medida hallando el tiempo de propagación unidireccional entre estas. Geométricamente, esto entrega un círculo, centrado en la BS, usando al menos tres BS para resolver las ambigüedades, y la posición del móvil es determinado por la intersección de los tres círculos. Es de anotar que debe haber excelente sincronización temporal entre las BS del sistema.

Teniendo el valor medido de tiempo en la primera BS, este valor se multiplica por la velocidad de la luz (propagación en el espacio,  $c$ ), y así se conoce la distancia que hay entre la BS y la MS. Haciendo este procedimiento para otras dos BS cercanas a la MS, se obtienen otras dos distancias a la MS, la intersección de estas distancias es la posición aproximada de la MS [4].

Para la primera BS se tiene:  $d_1 = ct_1$ , y para las otras dos BS:  $d_2 = ct_2$  y  $d_3 = ct_3$ .

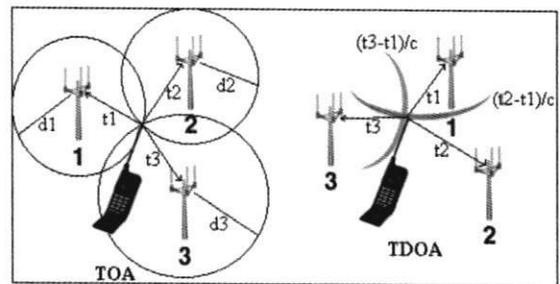


Figura 4 Tiempo de arribo y diferencia de tiempo de arribo [3]

Otra alternativa al método anterior con mejor exactitud es la diferencia de tiempo de arribo (TDOA) de una señal recibida en múltiples pares de BS. Las BS miden los TOA de una señal desde la MS. Los TOA no miden los tiempos de propagación absolutos ya que la MS no está sincronizada con las BS pero se pueden calcular las diferencias de tiempo de propagación de los TOA desde varias BS. Cada medición de diferencia de tiempo define una hipérbola y tres hipérbolas tienen un único punto de intersección. Sin embargo, en muchos casos dos hipérbolas tienen una única intersección y entonces son suficientes tres BS. La medición del TOA se hace simultáneamente en tres receptores. Los tres receptores están ubicados en sitios diferentes, pero son manejados por el mismo reloj atómico u oscilador de cristal. Hay que notar que las condiciones de propagación LOS son necesarias todavía para alcanzar buena exactitud en los dos métodos y que las mediciones de tiempo deben ser de alta resolución.

Con las técnicas anteriores se ha tratado de implementar y muchos métodos han sido propuestos como medio de formación para estimar tiempos en sistemas inalámbricos, incluyendo estimación de fase, transmisión de pulsos y técnicas de espectro expandido [4].

### Diferencia de tiempo observado mejorado (E-OTD)

Método de posición basado en el equipo portátil, opera al ubicar los receptores de posición cubriendo la red celular con una unidad de medición de posición (LMU) en múltiples lugares geográficamente dispersos en un área amplia. Cada LMU posee una fuente de tiempo exacta. Cuando una señal es recibida desde al menos tres BS por un software E-OTD habilitado en la MS y en la LMU, se calcula la diferencia de tiempo de arribo de la señal desde cada transceiver de la BS al portátil y LMU. Las diferencias en tiempo se combinan para producir líneas de intersección hiperbólica, con la cual se estima la posición.

El método E-OTD trabaja parecido al método TDOA, excepto en que la lectura se hace al revés. En lugar de que una BS haga la lectura de diferencia de tiempo, los equipos portátiles inalámbricos individuales tienen *software* especial instalado que recibe las señales sincronizadas en tiempo desde las BS. Los sistemas E-OTD sin embargo tienen bajas relaciones de señal a ruido y propagación multitrayectoria que son los principales problemas para cubrir y obtener mediciones confiables en la LMU. En este caso, la multitrayectoria distorsiona la forma de la señal y el retardo de grupo, causando al sistema alguna dificultad para determinar exactamente el punto en la señal para ser medida por todos los receptores. El esquema E-OTD ofrece mayor exactitud en la posición que la intensidad de la señal, entre 50 y 125 m, pero tiene una velocidad de respuesta lenta, típicamente de 5 seg y requiere modificación de *software* en el portátil.

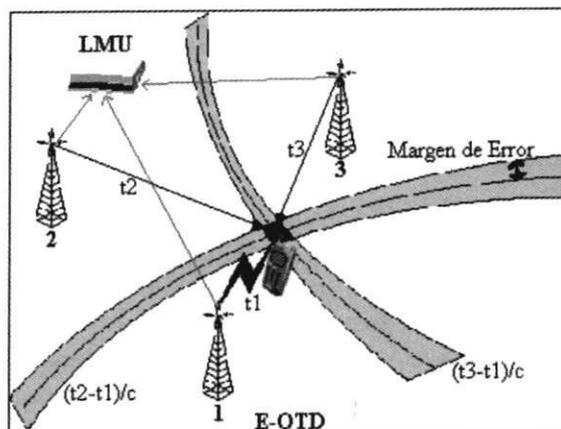


Figura 5 Diferencia de tiempo observado mejorado [5]

### GPS asistido (A-GPS)

Método de posición basado en el equipo portátil, llamado sistema de posicionamiento global asistido. El receptor GPS usa el principio de TOA para deducir la latitud, longitud y altitud del mismo desde cuatro o más satélites en LOS desde el receptor. Para A-GPS. Se establece una red de referencia GPS para manejar receptores con vista clara del cielo. Esta red de referencia se conecta a la red en operación (por ejemplo celular) y transmite datos desde la red de referencia a la MS para mejorar el funcionamiento.

Una MS equipada especialmente con un receptor GPS determina su posición basado en las señales recibidas desde el GPS. Esta determinación básica de la posición puede mejorarse implementando la porción "asistida" de la técnica A-GPS. Esta asistencia viene del uso de un receptor GPS de referencia o una red de receptores de referencia, los cuales reportan todos los mensajes de navegación recogidos de los satélites y datos de correcciones diferenciales a la MS en demanda. El dato de asistencia generalmente consiste en una lista de satélites visibles desde la MS y sus relativos efectos Doppler. Este corto mensaje (aproximadamente de 50 Byte) es todo

lo que la MS necesita conocer del servidor de posición para extraer la información del pseudorrango que la MS requiere. El servidor de posición puede también tener acceso a bases de datos de elevación del terreno, lo cual permitiría asistencia en la altitud en la posición de la MS.

El A-GPS puede tener una exactitud de hasta 10 m, pero es costoso para el usuario y tendría que invertir en equipo GPS para la MS. Además de esto, la MS con GPS necesariamente necesita tener vista en tres o más satélites, haciendo su implementación difícil en áreas urbanas y más aún en ambientes internos [6].

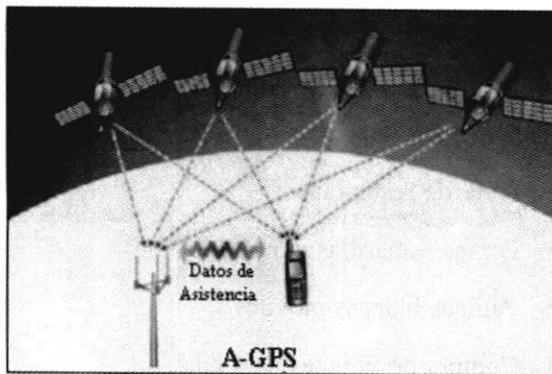


Figura 6 GPS asistido [7]

### ***Sobreponer patrones de la posición (radiocamera)***

Revolucionario método de posición basado en la red, el cual se especializa en ambientes multitrayectoria como ocurre en ambientes metropolitanos. La idea es crear mapas que no son topográficos o geográficos sino que interpretan el ambiente multitrayectoria.

La clave de la radiocamera es una computadora de alto funcionamiento con gran almacenamiento y *software* especializado. Instalada en la BS, la radiocamera interpreta las señales que arri-

ban a la torre celular, las señales multitrayectorias desde una MS se miden para las características de amplitud y fase con el fin de producir un patrón que permite hallar la posición del usuario. Al contrario de otros sistemas, la radiocamera puede ubicar usuarios inalámbricos desde una simple celda.

Este sistema usa reconocimiento de patrones como su principio fundamental para determinar la posición. Identifica una firma basada en el patrón de radiofrecuencia (RF), es decir, características de amplitud y fase multitrayectoria de una MS en operación, luego compara la firma del patrón de RF con una base de datos de firmas de RF identificadas previamente y su correspondiente posición geográfica dentro de la red calibrada. Acoplado la firma del patrón de la señal del usuario con la base de datos de las firmas de patrones conocidas, se identifica la posición geográfica del usuario [8].

La unidad de la radiocamera está diseñada para la integración en la BS, y como es una unidad independiente, que usa la misma antena de la BS en un modo no intrusivo, puede procesar la información de la posición. Su principal ventaja radica en que en los ambientes ciudadanos, donde sus competidores disminuyen su precisión, esta técnica se fortalece y entrega mejor posición. Además, tiene la facilidad de implementarse en ambientes abiertos como en el campo y zonas muy poco pobladas para proporcionar la misma exactitud [9].

### **Características de los servicios de radiolocalización**

Los servicios basados en la radiolocalización dependen del juego entre la posición que define la situación del cliente móvil y la información en bases de datos georreferenciadas. Existen muchas formas de hacer una referencia geográfica:

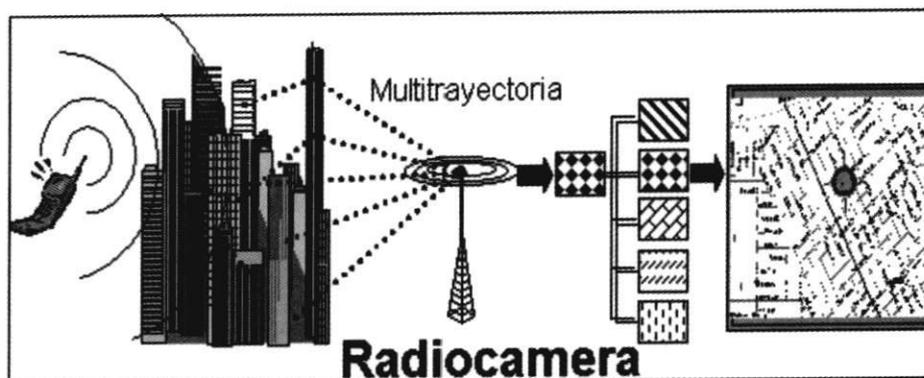


Figura 7 Radiocamera [10]

- Por nombre.
- Por coordenadas.
- Por relación con otras características geográficas.

El uso de un nombre, una categoría y una relación con otra característica es la forma más común que se dan en el lenguaje natural [11].

Estas nuevas aplicaciones inalámbricas benefician a los usuarios suministrándoles:

*Seguridad.* Los teléfonos inalámbricos posibilitan a los usuarios pedir ayuda en el evento de una emergencia proporcionándole servicios como, asistencia a la orilla del camino y servicios de alerta médicos, con la posición del usuario, que les permite reaccionar más rápidamente. Existen una variedad de equipos desde los cuales se pueden hacer muchas peticiones y actividades, como:

- Ubicación de personal de seguridad.
- Posición de emergencia AAA.
- Posición de pacientes.

*Conveniencia.* La Internet y los terminales inalámbricos han hecho la vida de las personas un poco más fácil. La adición de posición permite asistencia de tráfico, noticias, direcciones y

aplicaciones comerciales para proporcionar un nivel mayor de personalización y conveniencia. Otros servicios se pueden añadir a los mencionados anteriormente como son:

- Guía de restaurantes.
- Páginas amarillas móviles.
- Páginas blancas móviles.
- Compra de tiquetes para cine.
- Promociones y clasificados basados en la posición.
- Información de reservaciones, transporte y hoteles.
- Información turística.
- Diferentes gamas de juegos para acceder desde el equipo portátil.

*Eficiencia.* Entrega y servicio. En compañías de servicios, pueden mejorar el manejo de carga, trabajadores y paquetes con la posibilidad además de monitorear automáticamente sus paraderos. También clasifican estos:

- Información de tráfico.
- Instrucciones a conductores.
- Despacho de mercancía.

- Seguimiento de entregas.
- Informe del estado real del tiempo.

*Tranquilidad.* Los sistemas de posición inalámbricos hacen posible localizar no sólo teléfonos, sino también pequeños transmisores que pueden permitir a las personas seguir niños, mascotas u otros recursos valiosos [12].

- Localización de niños.
- Posición de mascotas.
- Posición física de familiares y amigos.
- Mapas y direcciones.
- M-comercio.

Una de las principales ventajas que poseen estos nuevos y novedosos servicios, es que se puede trabajar en la gran mayoría de equipos portátiles como teléfonos móviles, PALM y PDA habilitados inalámbricamente y laptops portátiles. Además, opera con las diferentes tecnologías como son SMS, WAP, I-MODE, JAVA y clientes web. Soporta todas las capacidades y velocidades de datos de RF y redes de comunicación celulares. Soporta también los más populares protocolos de comunicación como son: CDMA, GSM, TDMA, CDPD, I-MODE, UTMS, GPRS, W-CDMA, etcétera, para sumar versatilidad y una opción más amplia de servicio móvil.

## Tipos de servicios basados en la radiolocalización

### Comercio electrónico

Las transacciones de comercio móvil (m-commerce) representan una gran oportunidad mayor que el comercio electrónico (e-commerce) en redes fijas en el mercado entre empresas (B2B) y entre empresa-cliente (B2C). Además hay también un potencial más tangible, que atrae consumidores y suministrando servicios de contenido electrónico a la red móvil. En la red fija, el

comercio electrónico está obstaculizado por la dificultad de identificar seguramente a los clientes y comerciantes que participan en la transacción. Las tarjetas inteligentes para almacenamiento seguro de identificación digital no han tenido éxito, así hay una pequeña base para confiar en participar en comercio electrónico desde la red fija. Los teléfonos móviles, por el otro lado, ya contienen tarjetas inteligentes que pueden ser usadas para almacenar una identidad digital cuando el teléfono está operando. Los usuarios están familiarizados con la necesidad de presionar un botón para autenticarse en la red celular, así que no tendrán problema usando un botón para verificar su identidad digital durante una transacción de comercio móvil. [13].

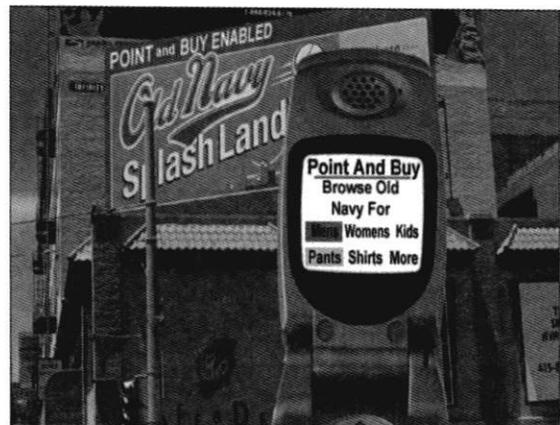


Figura 8 Comercio electrónico [14]

### Direcciones y mapas

Mientras una guía es excelente para moverse en la mayor parte de las ciudades que esta cubre, no ayuda con el resto del país, o para conducir en lugares sin un patrón regular de cruces de calles. Lo que se puede hacer es instalar porciones de mapas digitales, toda la información del mapa se mantiene en el equipo portátil, y se pueden ver mapas con diferentes niveles de detalle, mostrar puntos de interés y buscar lugares y direcciones [15].



Figura 9 Direcciones y mapas [16]

### E-911

Cuando una llamada de emergencia se hace a través de la red telefónica, ésta es enrutada al despachador o punto de respuesta de seguridad pública (PSAP), con la información de la llamada; la dirección del teléfono desde la cual fue hecha es mostrada en la pantalla del despachador. Esto posibilita que los servicios de emergencia se envíen rápidamente a la posición correcta. Cuando una llamada es recibida desde un teléfono móvil, la posición de ésta no es conocida. En este caso los operadores inalámbricos deberían poder entregar la información del lugar del usuario. Esto al menos da a los servicios de emergencia una idea general de la posición de los usuarios. Así los operadores proporcionan en muchos casos la información de la longitud/latitud del usuario o la posición aproximada de este en un mapa, y los servicios de emergencia pueden ayudar con prontitud con una posición precisa al usuario lo más rápidamente posible.

### Guías de ciudad

Se puede cargar el equivalente de una guía de una ciudad desde calles y lugares en un equipo inalámbrico, más la lista de eventos actuales. Estas guías incluyen restaurantes, almacenes de toda clase y para todos los gustos, clubes noc-

turnos, cinemas, bares, discotecas y diversión intelectual como revistas reconocidas. Veamos algunos ejemplos: para escoger una película, primero se selecciona el tipo de género que se está buscando (acción, comedia, drama, extranjera, nueva, etcétera), una vez escogido el género, en

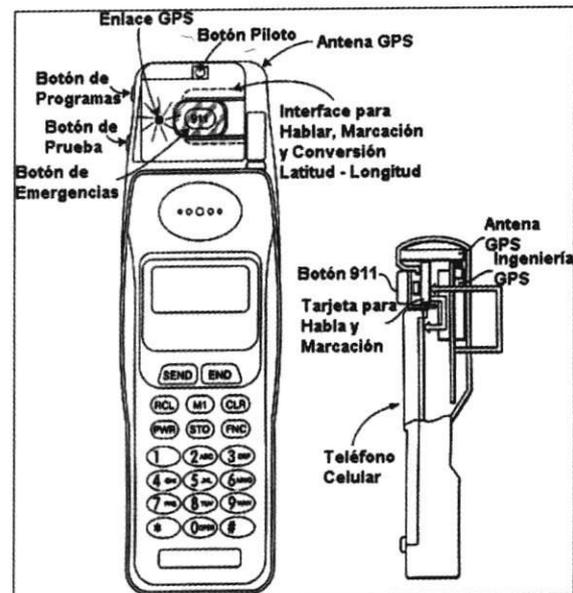


Figura 10 Enlace 911 [17]

unos pocos segundos aparecerá en la pantalla del equipo una lista de películas, se busca a través de la lista qué película interesa y se hace la selección de la misma. Al hacer la selección, se suministra un resumen de la película y una lista de cinemas y horarios para que tenga opciones de escoger. Y si además se está buscando un lugar bien cercano para comer, el sistema rastreará su ubicación y con base en este dato mostrará en pantalla una lista de opciones. Luego se escoge el tipo de restaurante que se está buscando (cafeterías, restaurantes de diferentes nacionalidades y etnias, etcétera), y se proporciona una lista de restaurantes clasificados por la distancia desde su posición. Se selecciona un nombre para ver su dirección, tipo de comida, decoración, servicio, precios y una minirreseña del lugar para que se ambiente. Si suena bien, se le mostrará la ruta para seguir al destino, inclu-

yendo distancias y cruces de calles. Todo lo anterior es posible hacerlo desde un equipo portátil.



Figura 11 Guías de ciudad [14]

### Posicionamiento global

La adición de un receptor GPS a su accesorio electrónico significa que puede decir dónde está, adónde va, cómo y cuándo llegará. Por ejemplo, se puede adicionar un receptor GPS a una PALM y en esta trabajar con software de mapeo para suministrar direcciones en tiempo real. Usualmente se puede instalar en el tablero de instrumentos (en caso de estar en un vehículo) para LOS y se conecta por medio de un cable a la PALM. Se usa el *software* para mostrar un mapa con un juego de rutas para su destino. El software mantiene el seguimiento de donde se está relativo al mapa, pita antes de dar un giro y muestra flechas de giro fáciles de leer. El mapa puede ser ajustado para seguir su dirección actual, o permanecer en orientación hacia el norte [15].

### Tendencia de los servicios basados en la radiolocalización

- Capacidad de hacer transacciones de comercio móviles, que habilitará un simple y seguro esquema de transacciones comerciales, el cual permitirá almacenar la información del

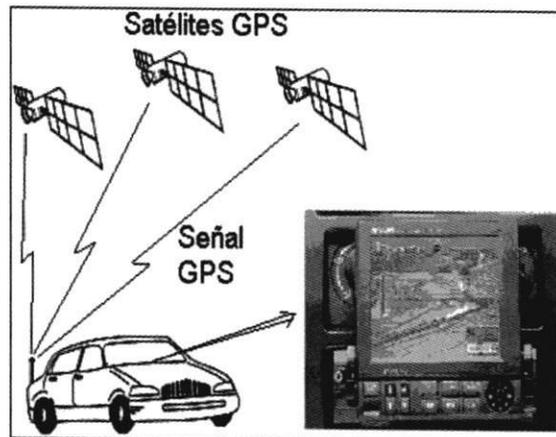


Figura 12 Posicionamiento global [17]

perfil del comprador incluyendo el tipo de compra y la forma de pago.

- Un nuevo potencial aún sin explotar y es que los usuarios desean invocar servicios como controlar luces, imprimir localmente en un sitio en particular, ganancia en acceso a servidores de aplicación específica o reconfigurar la ubicación de un equipo remoto desde su equipo móvil [18].
- La posibilidad de determinar la presencia de una persona (usuario) en un cuarto en particular y presentar una interfaz para controlar tópicos específicos del cuarto, como luz y temperatura por citar algunos, todo lo anterior soportado con un protocolo robusto y que sea independiente del equipo utilizado.
- La capacidad de tener la ubicación exacta de una persona, o hasta quizás de un bien en condiciones críticas, por ejemplo en situaciones de riesgo, como robo, accidentes, desastres naturales, atentados, secuestros, etcétera. Todo esto se hace posible gracias a las nuevas adiciones que se están haciendo a las redes ya existentes.
- Un tópico serio, que la mayoría de los usuarios ignora y que se puede o se va a presentar si no se toman cartas en el asunto con una

excelente legislación al respecto, es el problema de la *privacidad* o de la *intimidación* del usuario. Ya que la privacidad es un problema altamente sensitivo, y que este se puede romper muy fácilmente por ejemplo en el caso de que la posición de una persona pueda ser seguida o conocida por cualquier individuo, claramente atenta contra su privacidad. En esta encrucijada la industria debe manejar cuidadosamente este tópico para dar confidencialidad e inspirar un nivel de confianza mejor entre los consumidores, que a la hora de la verdad son los que usarán la tecnología.

- Otro aspecto que se deriva del anterior y que quizás es menos grave pero no deja de ser importante ya que preocupa a la sociedad tecnológica involucrada con estos servicios y al usuario final, es el caso de la *publicidad inalámbrica no solicitada*, como se ha dicho las aplicaciones basadas en la posición permitirán a los operadores y al mercado seguir a los usuarios donde éstos estén y enviarles avisos acerca de ventas de viajes o toda clase de bienes personales. Y esto en cierta forma alterará el modo de accionar y puede coartar peligrosamente la libre locomoción del consumidor en el diario vivir del individuo como tal, y aún no se sabe si con malas o nefastas consecuencias para el mismo.
- Las siguientes gráficas ilustran el futuro de los servicios basados en la radiolocalización. La figura 13 ilustra el interés nacional en los Estados Unidos por los LBS. La figura 14 muestra los requerimientos o peticiones que se harán de la prestación de los LBS en una área metropolitana de aproximadamente 500.000 usuarios en el 2005.

### Glosario de términos

**A-GPS (Assisted-GPS).** Sistema que complementa al GPS para mejorar la exactitud en la posición de un equipo móvil en ambientes urbanos densos. Trabaja con receptores de referencia.

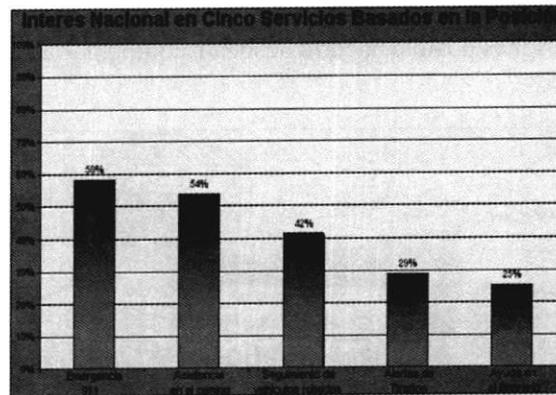


Figura 13 Interés en EE.UU. por LSB [19]

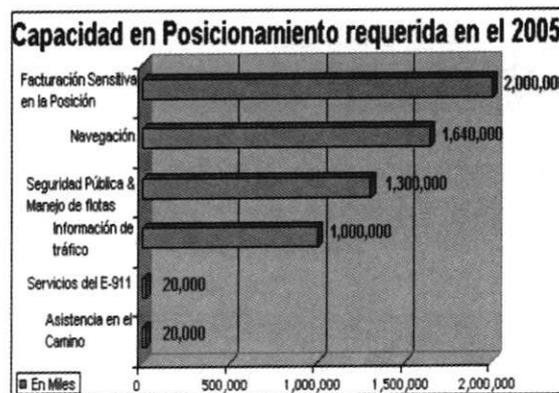


Figura 14 Requerimientos de LSB en un área metropolitana en el futuro [2]

**AOA (Angle of arrival).** Sistema que determina la dirección de arribo de la señal de un teléfono en la celda. La diferencia de fase de la señal en los elementos de un arreglo de antenas calibradas montadas en la celda provee el ángulo de arribo.

**AVL (Automatic Vehicle Location).** Sistema que se utiliza para conocer la ubicación de unidades móviles propiamente equipadas.

**B2B (Business to Business).** Negocios hechos directamente entre empresas.

**B2C (Business to Consumer).** Negocios en los que están involucrados la oferta y la demanda al detal.

**BS (Base Station).** Punto físico donde se instalan todos los elementos necesarios para el funcionamiento de los transmisores y receptores, así como las unidades encargadas de realizar el control sobre estos.

**CDMA (Code Division multiple Access).** Acceso múltiple por división de código, es una tecnología digital de banda angosta utilizada en comunicaciones de radio, especialmente en celulares.

**CDPD (Celular Digital Packet Data).** Datos en paquetes digitales para celdas, una especificación que soporta acceso inalámbrico a la Internet y otras redes conmutadas con paquetes públicos. Los usuarios móviles podrán acceder a la Internet hasta una velocidad de 19,2 kpbs.

**Decibelio (dB).** Medida del cociente o razón entre dos niveles de la señal.

**DOA (Direction of Arrival).** Igual a AOA.

**E-OTD (Enhanced Observed Time Difference).** Sistema basado en la medición de tiempo en el equipo portátil y en LMU para dar un estimativo de la posición.

**GSM (Global System for mobile Communications).** Sistema global para comunicaciones móviles, es el estándar líder mundial en comunicaciones inalámbricas con casi 350 millones de usuarios, implementado en las bandas de 900, 1.800 y 1.900 MHz.

**GPRS (General Packet Radio Service).** Servicio general de radiopaquetes, una red conmutada de paquetes que funciona a altas velocidades, que permite transmisiones de hasta 171 kpbs. Requiere de un equipo portátil especializado para conexión continua a Internet.

**GPS (Global Positioning System).** Sistema de posicionamiento global, utiliza satélites para calcular la posición en o cerca a la tierra. Un equipo requiere una directa línea de vista con al menos tres satélites para dar una posición precisa del mismo.

**I-MODE.** Es una manera de entregar información a dispositivos móviles, creado por la empresa japonesa NTTDoCoMo, es un protocolo para desplegar el contenido web en pequeños aparatos como teléfonos celulares.

**JAVA.** Lenguaje orientado a objetos adecuado para programar aparatos caseros con tendencia a la información, desarrollado por Sun Microsystems. Después se reorientó el lenguaje hacia la WWW.

**LAPTOP.** Computador portátil, tiene el tamaño aproximado de una hoja de papel tipo carta y es lo suficientemente ligero como para ser transportado.

**LBS (Location Based Services).** Aplicación de nuevas tecnologías que poseen la capacidad de encontrar la posición geográfica del dispositivo móvil y luego proporcionar servicios basados en esta información de posición.

**LMU (Location Measurement Unit).** Unidad de medición de posición, ayuda al sistema al cual está vinculado para hacer mediciones de tiempo necesarias para dar una posición aproximada del equipo móvil en cuestión.

**LO-JACK.** Sofisticado sistema electrónico de alta tecnología que permite rastrear y localizar vehículos robados o hurtados. Es activado con aviso del cliente.

**LORAN C (Low Range Navigation).** Navegación de larga distancia, sistema de navegación hiperbólico que se basa en la estabilidad de las características de propagación electromagnética a la frecuencia de 100 kHz.

**LOS (Line of Sight).** Línea de visión, en los enlaces punto-punto o punto-multipunto de microondas es necesario que el transmisor y el receptor posean una vista física uno del otro para que haya posibilidad de propagación entre estos.

**MS (Mobile Station).** Estación móvil, es definido como un equipo inalámbrico que lo comunica con una central, donde en su lugar el enlace se hace vía radio.

**ONSTAR.** Servicio de protección y asistencia mientras un usuario conduce su carro en el camino. Con solo presionar un botón en su vehículo, el sistema se encargará de atenderlo dependiendo de que necesite.

**PALM.** Poderosa minicomputadora que consiste de pocos botones, una pantalla sensible y un lápiz de plástico, utiliza ventanas, menús desplegados y cursores de pantalla para mostrar la información. Estos dispositivos hacen parte de una gran variedad de PDA existentes en el mercado.

**PDA (Personal Digital Assistant).** Asistente digital personal, dispositivo pequeño y móvil que posee almacenamiento y procesamiento de información para el uso personal y de negocios, además de mantener horarios de agendas e información de direcciones y teléfonos a la mano.

**PSAP.** Punto de respuesta de seguridad pública, sitio donde confluyen todas las llamadas de emergencia hechas al 911 (desde fijo o móvil) para prestar un servicio de ayuda (la posición del usuario es conocida) más personalizado y con más prontitud.

**SMS.** Servicio de mensajes cortos, permite transmisión de mensajes de hasta 160 caracteres alfanuméricos para ser enviados a o desde un aparato GSM. También llamado mensajería de texto.

**SS (Strength Signal).** Sistema que tiene por objeto medir la potencia de la señal entrante para dar un estimativo de la posición del dispositivo móvil.

**TDMA (Time division Multiple Access).** Acceso múltiple por división en el tiempo, es una técnica donde varias llamadas distintas pueden compartir la misma portadora en tiempos diferentes.

**TDOA (Time difference of Arrival).** Método que trabaja midiendo el tiempo de arribo de una señal de radio desde un equipo portátil a tres o más celdas separadas entre sí.

**TRANSCEIVER.** Transreceptor, equipo que funciona como transmisor y receptor.

**TOA (Time of Arrival).** Método que opera midiendo el tiempo de arribo de una señal desde el equipo portátil hasta la estación base.

**UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).** Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universales, es el estándar móvil de tercera generación que se construirá en el exitoso GSM/GPRS y en las investigaciones existentes en infraestructura de los operadores GSM. La razón de datos ofrecida será de hasta 2 Mbps.

**WAP (Wireless Application Protocol).** Protocolo de aplicación inalámbrico, una tecnología diseñada para proveer a los usuarios de terminales móviles con un rápido y eficiente acceso a Internet.

**WEB.** Conocido como World Wide Web, aplicación que hizo posible que una localidad estableciera varias paginas de información que contienen texto, dibujos, tablas, sonido y hasta video con enlaces intercalados a otras páginas.

**W-CDMA (Wide CDMA).** CDMA de banda ancha, tecnología de acceso de radio usada en UMTS (tercera generación) [20].

## Referencias

1. [www.sigma-1.com](http://www.sigma-1.com).
2. Airbiquity Inc. *Location Commerce White Paper*. p. 1. Mayo, 2000. [www.airbiquity.com/Whitepapers.html](http://www.airbiquity.com/Whitepapers.html).
3. [www.geometrix911.com](http://www.geometrix911.com).
4. Caffery James, Stüber Gordon e Hijo. "Overview of Radiolocation in CDMA Cellular Systems". *IEEE Communications Magazine*. Abril 1998. pp. 38-40.
5. [www.etsi.org](http://www.etsi.org).
6. Maneesh Prasad, *Location Based Services*. 2001. [gisdevelopment.org/application/lbs/lbs002pf.htm](http://gisdevelopment.org/application/lbs/lbs002pf.htm).
7. Göran Swedberg. "La solución de localización móvil de Ericsson", *Ericsson review*. No. 4, 1999. p. 216.
8. US Wireless Corporation. "Intelligent Transportation Systems". 2001. [www.uswcorp.com/USWCMainPages/Applications/its\\_whitepaper.htm](http://www.uswcorp.com/USWCMainPages/Applications/its_whitepaper.htm).

9. US Wireless Corporation. Metropolitan E-911. 2001. [www.uswcorp.com/USWCMainPages/applications/E-911.htm](http://www.uswcorp.com/USWCMainPages/applications/E-911.htm).
10. [www.uswcorp.com](http://www.uswcorp.com).
11. Roche Charles. "W3C + WAP Workshop Position Paper". Febrero, 2000. [www.w3.org/Mobile/posdep/mgisw3cwapp.htm](http://www.w3.org/Mobile/posdep/mgisw3cwapp.htm).
12. Trueposition Company. "Imagine the Possibilities". 2000. [www.trueposition.com/sol\\_app.html](http://www.trueposition.com/sol_app.html).
13. Cherrill David. "Trust Opportunity in Mobile Commerce". [www.logica.com/views/issue7/trust.html](http://www.logica.com/views/issue7/trust.html).
14. [www.geovector.com](http://www.geovector.com).
15. Dixon Douglas. "Location-based Services". Noviembre, 2000. [www.princetoninfo.com/200011/01129c02.html](http://www.princetoninfo.com/200011/01129c02.html).
16. [www.cti-celltrax.com](http://www.cti-celltrax.com).
17. [www.fonefinder.com](http://www.fonefinder.com).
18. Hodes Todd, Katz Randy. *Composable Ad Hoc Location-Based services for Heterogeneous Mobile Clients*. University of California. pp. 2-3. Noviembre, 1997.
19. Driscoll-Wolfe Marketing & Research Consulting.
20. Cellpoint Inc. *Cellpoint Annual Report*. p. 25. Junio, 1999-2000. [www.cellpoint.com](http://www.cellpoint.com).