



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 287 148**

⑤1 Int. Cl.:
H04Q 7/36 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **01962177 .0**

⑧6 Fecha de presentación : **15.08.2001**

⑧7 Número de publicación de la solicitud: **1312234**

⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **21.05.2003**

⑤4 Título: **Sistemas y métodos para determinar la cobertura de señales.**

③0 Prioridad: **15.08.2000 US 225305 P**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.12.2007

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.12.2007

⑦3 Titular/es: **LCC International, Inc.**
7925 Jones Branch Drive
McLean, Virginia 22102, US

⑦2 Inventor/es: **Cotanis, Nicolae, G.**

⑦4 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistemas y métodos para determinar la cobertura de señales.

5 Antecedentes del invento**A. Campo del invento**

El presente invento se refiere en general al tratamiento de información de intensidad de señal recibida procedente de un transmisor de frecuencia de radio. Más particularmente, el presente invento se refiere a sistemas y métodos para tratar información de intensidad de señal e información de situación para determinar cobertura de señal.

B. Descripción de la técnica relacionada

Un dispositivo inalámbrico, tal como un teléfono móvil, una radio, o una televisión, debe ser capaz de recibir una señal para funcionar de modo efectivo. En el caso de teléfonos móviles, los proveedores de servicio inalámbrico miden la potencia para la señal en distintas situaciones y a continuación estiman si la señal puede ser recibida en una o más áreas geográficas, tales como celdas o microceldas. El proveedor de servicio inalámbrico puede a continuación ajustar la potencia del transmisor de la señal de tal modo que los teléfonos móviles pueden recibir la señal dentro de una o más áreas geográficas. Este proceso ayuda a asegurar que el dispositivo inalámbrico puede recibir la señal y así funcionar de modo efectivo.

Los intentos en el pasado al proceso de estimar la intensidad de señal dentro de un área geográfica han proporcionado pobres estimaciones. Es decir, estas estimaciones variaban mucho dentro de un área, forzando al proveedor de servicio inalámbrico a proporcionar una potencia de transmisión adicional innecesaria para tener en cuenta las variaciones en las estimaciones. Si un proveedor de servicio inalámbrico falla al añadir potencia adicional al transmisor, un usuario del teléfono móvil puede ser capaz de recibir la señal en algunas áreas geográficas, pero sufre una interrupción del servicio en otras áreas geográficas debido a que la señal puede ser demasiado débil. Sin embargo, aumentar la potencia en un transmisor puede aumentar los costes operativos. Consiguientemente, existen la necesidad de sistemas y métodos para determinar estimaciones de cobertura de señal con menos variabilidad, permitiendo a los proveedores de servicios inalámbricos proporcionar de modo preciso la potencia a un área.

Se han hecho propuestas para medir la intensidad de señal sobre un área que ha de ser cubierta por un transmisor de modo que proporcione una estimación más exacta de los límites del área en la que es posible una buena recepción. Una de tales propuestas está descrita en la patente norteamericana nº 6.081.717. Esta enseña el uso de un receptor montado en un vehículo para las transmisiones de radio que han de ser medidas, y un receptor de GPS para determinar la posición del vehículo para cada medición de la intensidad de la señal. Para evitar la necesidad de hacer grandes números de mediciones sobre un área grande, esta técnica anterior enseña un procedimiento en dos etapas. En la primera etapa se toman varias mediciones sobre un área amplia y, para cada medición de señal recibida, los datos del GPS son usados para determinar la distancia radial desde el transmisor. Los datos son trazados como intensidad de señal en función de distancia radial. A partir de este gráfico, se hace una estimación del radio de un círculo que representa el área de servicio aceptable. En la segunda etapa, el vehículo es conducido en un trayecto en zigzag que cruza repetidamente este círculo mientras y se hace otro conjunto de mediciones para comprobar la exactitud de la estimación.

Resumen del invento

Para resolver una o más limitaciones de la técnica anterior, se ha proporcionado un método para tratar información de intensidad de señal procedente de un transmisor de frecuencia de radio. El método incluye, por ejemplo, recibir información de intensidad de la señal que indica una potencia para el transmisor de frecuencia de radio en una o más primeras situaciones; recibir información de situación que representa una situación geográfica para una o más segundas situaciones; dividir la información de intensidad de señal recibida en uno o más subconjuntos de información de intensidad de señal; determinar para cada uno o varios subconjuntos, una media local tal que la media local represente un promedio para uno o más subconjuntos; y estimar una situación para la media local basada en la información de situación recibida.

En otra realización, se ha proporcionado un método para determinar una cobertura de señal para un dispositivo inalámbrico. El método incluye, por ejemplo, recibir intensidad de señal para una señal; recibir información de situación que representa una situación geográfica para una o más primeras situaciones; determinar una o más medias locales basadas en la información de intensidad de señal recibida; estimar una o más segundas posiciones para una o más medias locales basado en una o más primeras situaciones; transformar la una o más segundas situaciones en una ruta; y calcular la cobertura de señal para la ruta basada en una cobertura de señal para al menos una de las una o más segundas situaciones.

Aún en otra realización, se ha proporcionado un sistema para tratar información de intensidad de señal procedente de un transmisor de frecuencia de radio. El sistema incluye, por ejemplo, medios para recibir información de intensidad de señal que indica una potencia para el transmisor de frecuencia de radio en una o más primeras situaciones; medios para recibir información de situación que representa una situación geográfica para una o más segundas situaciones;

medios para dividir la información de intensidad de señal recibida en uno o más subconjuntos de información de intensidad de señal; medios para determinar, para cada uno de los uno o más subconjuntos, una media local tal que la media local representa un promedio para uno o más subconjuntos; y medios para estimar una situación para la media local basada en la información de situación recibida.

5 Además, en otra realización, se ha proporcionado un sistema para determinar una cobertura de señal para un dispositivo inalámbrico. El sistema incluye, por ejemplo, medios para recibir información de intensidad de señal para una señal; medios para recibir información de situación que representa una situación geográfica para uno o más primeras situaciones; medios para determinar una o más medias locales basados en la información de intensidad de
10 señal recibida; y medios para estimar uno o más segundas situaciones para la una o más medias locales basado en la una o más primeras situaciones; medios para transformar la una o más segundas situaciones en una ruta, y medios para calcular la cobertura de señal para la ruta basado en una cobertura de señal para al menos una de las una o mas segundas situaciones.

15 Además, en una realización, se ha creado un sistema para tratar información de intensidad de señal procedente de un transmisor de frecuencia de radio. El sistema incluye, por ejemplo, al menos una memoria que incluye, por ejemplo, un código que recibe información de intensidad de señal que indica una potencia para el transmisor de frecuencia de radio en una o más primeras situaciones, código que recibe información de situación que representa una situación geográfica para una o más segundas situaciones, código que divide la información de intensidad de señal recibida en
20 uno o más subconjuntos de información de intensidad de señal, y código que determina, para cada uno del uno o más subconjuntos, una media local de tal modo que la media local representa un promedio para uno de los uno o más subconjuntos; y al menos un procesador que ejecuta el código.

Aún en otra realización, se ha proporcionado un sistema para determinar una cobertura de señal para un dispositivo inalámbrico. El sistema incluye, por ejemplo, al menos una memoria que incluye, por ejemplo, un código que recibe información de intensidad de señal para una señal, código que recibe información de situación que representa una situación geográfica para una o más primeras situaciones, código que determina una o más medias locales basado en la información de intensidad de señal recibida, código que estima una o más segundas situaciones para la una o más
30 medias locales basado en la una o más primeras situaciones, código que transforma la una o más segundas situaciones en una ruta, y código que calcula la cobertura de señal para la ruta basado en una cobertura de señal para al menos una de las una o más segundas situaciones; y al menos un procesador que ejecuta el código.

Ha de comprenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son ejemplares y explicativas sólo y no son restrictivas del invento, como se ha descrito. Otras características y/o variaciones pueden ser proporcionadas además de las descritas aquí. Por ejemplo, el presente invento puede estar dirigido a distintas combinaciones y subcombinaciones de las características y/o combinaciones y subcombinaciones de varias otras características descritas más abajo en la descripción detallada.

Descripción de los dibujos

40 Los dibujos adjuntos, que están incorporados y constituyen parte de esta memoria, ilustran realizaciones del invento y, junto con la descripción, explican las ventajas y principios del invento. En el dibujo,

La fig. 1 ilustra un diagrama de bloques del sistema para tratar información de intensidad de señal e información de situación, consistente con los métodos y sistemas del presente invento;

La fig. 2 ilustra un diagrama de flujo de alto nivel de un método para determinar la cobertura de señal de un transmisor de frecuencia de radio, consistente con los métodos y sistemas del presente invento;

50 La fig. 3 ilustra un diagrama de flujo ejemplar para recoger información, de acuerdo con métodos y sistemas consistentes con el presente invento;

La fig. 4 ilustra un diagrama de flujo ejemplar para tratar información recogida, de acuerdo con métodos y sistemas consistentes con el presente invento;

55 La fig. 5A ilustra una tabla de información recogida, de acuerdo con métodos y sistemas consistentes con el presente invento;

60 La fig. 5B ilustra una traza de señal ejemplar, de acuerdo con métodos y sistemas consistentes con el presente invento;

La fig. 5C ilustra recogida de información, de acuerdo con métodos y sistemas consistentes con el presente invento;

65 La fig. 6 ilustra una tabla de información tratada, de acuerdo con métodos y sistemas consistentes con el presente invento;

La fig. 7A ilustra un diagrama de flujo ejemplar para determinar una estadística, de acuerdo con métodos y sistemas consistentes con el presente invento;

La fig. 7B ilustra otra tabla de información tratada, de acuerdo con métodos y sistemas consistentes con el presente invento;

La fig. 8 ilustra un diagrama de flujo ejemplar para determinar la cobertura de señal para un dispositivo inalámbrico a lo largo de una ruta, de acuerdo con métodos y sistemas consistentes con el presente invento; y

La fig. 9 ilustra una ruta, de acuerdo con métodos y sistemas consistentes con el presente invento.

Descripción detallada

Se hará referencia a continuación en detalle a las realizaciones ejemplares del invento, ejemplos de las cuales están ilustrados en los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se usarán los mismos números de referencia en todos los dibujos para referirse a las mismas partes o a partes similares.

De acuerdo con una realización del presente invento, un usuario del sistema puede recoger una señal procedente de un transmisor de frecuencia de radio y medir la intensidad de señal para la señal recibida. El sistema puede también recoger la señal desde distintas situaciones, tales como sobre un área o sobre una ruta. Por ejemplo, el usuario del sistema puede conducir a lo largo de una autopista, midiendo la información de intensidad de señal recibida en distintos puntos a lo largo de la autopista. Al tiempo que mide la información de intensidad de señal recibida, el sistema puede también grabar la situación del sistema con un receptor de sistema de posicionamiento global.

Cuando el usuario del sistema completa la recogida de datos, el sistema puede tratar previamente la información de intensidad de señal recibida y la información de situación. La información tratada previamente puede ser a continuación tratada para determinar una estadística, tal como una desviación estándar basada en la información de intensidad de señal recibida. El sistema puede usar la información tratada para determinar a continuación una indicación de cobertura de señal en una o más situaciones geográficas. En una realización, las indicaciones de intensidad de señal pueden estar basadas en la desviación estándar. El sistema puede usar la desviación estándar para proporcionar una indicación de la cobertura de señal que reduzca los efectos del terreno y que incluya los efectos de variaciones de obstáculos en el terreno (por ejemplo estructuras hechas por el hombre o naturales incluyendo árboles, edificios, puentes, y etc). Además, la indicación de intensidad de señal puede ser proporcionada a un usuario, tal como un proveedor de servicio inalámbrico, en forma de información de cobertura de señal, permitiendo al usuario determinar si uno o más dispositivos inalámbricos (o receptores) pueden recibir a señal procedente del transmisor de frecuencia de radio.

La información de cobertura de señal puede proporcionar una indicación de la cobertura de una señal, es decir, si una señal puede ser detectada y/o tratada por uno o más dispositivos inalámbricos, tales como una radio, una televisión, o un teléfono móvil. La información de cobertura de señal puede indicar como por ejemplo, una o más de las siguientes cosas: cobertura de señal para un área, cobertura de señal para una ruta, cobertura de señal en una situación, duración máxima de un desvanecimiento del servicio, y longitud máxima de un desvanecimiento de servicio. Consiguientemente, en una realización, el sistema puede proporcionar a un usuario, tal como un proveedor de servicio inalámbrico, una indicación de si uno o más dispositivos inalámbricos pueden detectar y/o tratar una señal procedente de un transmisor de frecuencia de radio en una o más situaciones geográficas. Por ejemplo, el sistema puede permitir que un proveedor de servicio inalámbrico determine si el proveedor de servicio proporciona una cobertura adecuada a los dispositivos inalámbricos dentro de un área o ruta.

La fig. 1 muestra un sistema ejemplar para determinar la cobertura de señal de un transmisor de frecuencia de radio. Con referencia a la fig. 1, el sistema 100 incluye una antena 105, un receptor 120, un receptor 130 de sistema de posicionamiento global (GPS), un procesador 140, un módulo de almacenamiento 150, un módulo de entrada 110; y un módulo de salida 160.

El receptor 120 puede incluir un analizador de espectro o cualquier otro dispositivo o dispositivos capaces de recibir energía electromagnética y determinar la intensidad de señal de un transmisor de radio, tal como un transmisor de radio 180 y su antena correspondiente 185.

El receptor de GPS puede incluir un receptor estándar de GPS, por ejemplo, un receptor diferencial de GPS, o cualquier otro dispositivo o dispositivos capaces de proporcionar información de posición incluyendo una o más de las siguientes cosas: una latitud, una longitud, un tiempo, un encabezamiento, y/o una velocidad.

Aunque la fig. 1 ilustra solo un único procesador 140, el sistema 100 puede incluir alternativamente un conjunto de procesadores. El procesador 140 puede también incluir, por ejemplo, uno o más de los siguientes elementos: una o más unidades de tratamiento central, un coprocesador, memoria, registros, y otros dispositivos de tratamiento de datos y sistemas según sea apropiado. Además, el procesador 140 puede controlar el receptor 120 y/o el receptor 130 de GPS; recoger y a continuación almacenar información proporcionada por el receptor 120 y/o el receptor 130 de GPS; tratar previamente y/o tratar la información recogida; estimar una estadística, tal como una desviación estándar, basado en la información recogida; y determinar la cobertura de señal de un transmisor de frecuencia de radio.

En una realización, el sistema 100 puede ser móvil y estar colocado en un vehículo de motor, permitiendo la recogida de información de intensidad de señal de información de posición sobre un área de cobertura o una ruta. En esta realización, un segundo procesador (no mostrado) puede también ser usado para tratar la información recogida

desde un sistema móvil 100, estimar la estadística, y a continuación determinar la cobertura de señal del transmisor de frecuencia de radio.

El módulo de entrada 110 puede ser llevado a la práctica con una variedad de dispositivos para recibir una entrada de usuario y/o proporcionar la entrada al procesador 140. Algunos de estos dispositivos (no mostrados) pueden incluir, por ejemplo, una tarjeta de enlace de red, un módem, un teclado, un ratón, y un dispositivo de almacenamiento de entrada.

El módulo de almacenamiento 150 puede ser llevado a la práctica con una variedad de componentes o subsistemas que incluyen, por ejemplo, un disco duro, una unidad óptica, un dispositivo de almacenamiento de propósito general, un dispositivo de almacenamiento retirable, y/u otros dispositivos capaces de almacenar. Además, aunque el modo de almacenamiento 150 esté ilustrado en la fig. 1 como separado o independiente del procesador 140, el módulo de almacenamiento 150 y el procesador 140 pueden ser llevados a la práctica como una parte de una única plataforma o sistema.

El transmisor 180 de frecuencia de radio y la antena 185 pueden incluir, por ejemplo, un transmisor de localización celular, un transmisor por satélite, un transmisor de retransmisión (por ejemplo transmisor de AM o de FM), un transmisor de red inalámbrico, y cualquier otro transmisor de energía electromagnética.

La fig. 2 muestra un diagrama de flujo ejemplar para determinar la cobertura de señal de un transmisor de frecuencia de radio. Con referencia a la fig. 2, un sistema 100 puede comenzar (operación 200) recogiendo información (operación 210) dentro de un área o sobre una ruta. La información recogida puede incluir información de intensidad de señal para un transmisor 180 de frecuencia de radio e información de situación (o posición) del sistema 100. Cuando la recogida dentro del área o sobre una ruta es completada, el sistema 100 puede tratar previamente la información recogida (operación 220); realizar el tratamiento, tal como un tratamiento estadístico, (operación 230) para estimar una estadística que representa las variaciones en intensidad de señal, tales como variaciones debidas al “desvanecimiento de sombra” (es decir desvanecimiento de obstáculos en el terreno, tal como estructuras naturales y fabricadas por el hombre); y determinar la cobertura de señal del transmisor de frecuencia de radio (operación 240) proporcionando una indicación de intensidad de señal recibida para el transmisor de frecuencia de radio, tal como un porcentaje de cobertura de señales para un área o para una ruta, un porcentaje (o valor) que indica la cobertura de señal en una situación, una duración de un desvanecimiento de servicio, y/o una longitud de un desvanecimiento de servicio.

La fig. 3 ilustra las operaciones asociadas con la recogida de datos consistentes con los métodos y sistemas del presente invento. Con referencia a la fig. 3, el sistema 100 puede realizar una recogida de datos (véase por ejemplo operación 210 en la fig. 2) desde un vehículo de motor y puede recoger datos en distintas situaciones geográficas al tiempo que se mueve dentro de un área o sobre una ruta (operación 310). En una realización, el procesador 140 puede recibir información de posición (también denominada a continuación, como datos de situación geográfica) desde un receptor 130 de GPS (operación 320). La información de posición puede incluir, por ejemplo, uno o más de las siguientes cosas: latitud, longitud, encabezamiento, velocidad, y tiempo de acuerdo con el GPS (denominado en lo que sigue como tiempo de GPS). El receptor 130 de GPS puede proporcionar al procesador 140 con la información de posición en distintos y distantes o en un intervalo periódico, tal como una vez por segundo.

El receptor 130 puede recibir la señal desde un transmisor, tal como un transmisor 180 y antena 185, y medir la intensidad de señal recibida asociada con la señal. El procesador 140 puede recibir a continuación la información de intensidad de señal medida desde el receptor 120 (operación 330).

En una realización, el receptor 120 incluye un analizador de espectro (no mostrado) que mide la intensidad de señal recibida de la señal. En esta realización, la intensidad de señal recibida de la señal puede ser medida como potencia y puede tener la forma de la siguiente ecuación:

$$P_r = P_0 \left(\frac{R_0}{R} \right)^\gamma K; R \geq R_0 \quad \text{Ecuación (1)}$$

donde R representa una primera distancia desde el transmisor de radio al receptor, tal como la distancia del orden de 20 kilómetros; R_0 representa una segunda distancia desde el transmisor de radio al receptor, P_r representa la potencia recibida (en milivatios) a distancia R (kilómetros) desde el transmisor de radio; P_0 representa la potencia referida a la distancia R_0 (kilómetros) desde el transmisor de radio; γ representa la pérdida de trayecto en el entorno de radio móvil dado (usualmente denominada como exponente de propagación); y K es un factor de corrección variable basado en el transmisor o receptor. El libro titulado “Antenas y Propagación para Sistemas de Comunicación Inalámbricos” de Simón R. Saunders, John Wiley & Sons 1999, describe, entre otras cosas, la potencia recibida.

El procesador 140 puede continuar recogiendo (operación 340) información de intensidad de señal recibida e información de oposición hasta que se haya recogido información suficiente procedente de distintas situaciones geográficas. Por ejemplo, el sistema 100 puede estar instalado en un vehículo que circule sobre una autopista. Cuando el sistema 100 se mueve a lo largo de la autopista, el procesador 140 puede recibir información de intensidad de señal recibida correspondiente a un transmisor (por ejemplo transmisor 180) y recibir información de posición para el sistema 100

(es decir la situación del sistema 100 en la autopista). Cuando el sistema 100 completa la recogida de información en distintos puntos a lo largo de la ruta, el sistema 100 puede parar de recoger (No en la operación 340) y formar un archivo que incluye la información de intensidad de señal recibida y la información de posición (operación 350). Este archivo formado por el procesador 140 es denominado en lo que sigue como un archivo de datos de espectro y de situación geográfica (SGD).

El procesador 140 puede almacenar, en el módulo de almacenamiento 150, el archivo SGD que incluye uno o más registros de velocidad de posición (PV), recibidos desde el receptor 130 de GPS, y uno o más registros de trazado (TR), recibidos desde el receptor 120. El registro de PV puede incluir, por ejemplo, al menos uno más de los siguientes datos: tiempo de PC, tiempo de GPS, latitud, longitud, velocidad, y encabezamiento. El registro de TR puede incluir, por ejemplo, al menos uno o más de los siguientes datos: tiempo de PC, tipo de traza (TR) (por ejemplo si la traza de señal incluye muestras de señal en función del tiempo o muestras de señal en función de la frecuencia), y muestras de señal. En una realización, el procesador 140 puede recibir información de posición desde el receptor 130 de GPS y también independientemente recibir información de intensidad de señal desde el receptor 120. El procesador 140 puede completar la recogida de datos (operación 360) almacenando el archivo de SGD.

La fig. 4 ilustra operaciones ejemplares asociadas con el tratamiento previo de un archivo de SGD. Para tratar previamente el archivo SGD, el procesador 140 puede realizar, por ejemplo, una o más de las siguientes cosas: aplicar un algoritmo de alisado de tiempo al archivo SGD para ajustar el tiempo del PC al tiempo de GPS (operación 420) en los registros de PV; clasificar el archivo de SGD en orden ascendente basado en el tiempo de PC (operación 430); dividir cada registro TR en uno o más subconjunto basados en la velocidad del receptor 120 (operación 440); calcular una media local para cada uno de los subconjuntos (operación 450); estimar una situación geográfica para cada una de las medias locales (operación 460); interpolar, si fuera necesario, una media local basada en la velocidad del receptor 120 (operación 470); realizar una reducción de datos (operación 480); y rechazar información procedente de señales de interferencia (operación 490).

El archivo de SGD puede incluir, por ejemplo, dos tipos de campos de tiempo. El primer campo de tiempo es el tiempo de PC y está basado en el sistema de temporización interno del procesador 140. El procesador 140 puede utilizar tiempo de PC cuando está almacenando un registro de PV o un registro de TR. El segundo campo de tiempo corresponde al tiempo de GPS y está basado en tiempo de acuerdo con el sistema GPS. El tiempo de GPS puede así indicar el tiempo cuando la situación geográfica fue hecha por el receptor 130 de GPS. Por consiguiente, cuando el procesador 140 almacena un registro de TR o de PV, el procesador 140 graba un tiempo de PC con el registro. Pero cuando un registro de PV es almacenado, el registro incluye un tiempo de GPS y un tiempo de PC.

En una realización, el sistema 100 puede ajustar los uno o más valores de tiempo PC de los registros de PV en una relación lineal que está definida por la pendiente e intercepción de los uno o más valores de tiempo de GPS en el archivo de SGD. Este ajuste puede servir para alisar los uno o más valores de tiempo de PC. Los valores de tiempo de PC después de haber sido alisados pueden ser conformes a la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo de PC}^* = m \times \text{tiempo de GPS} + n \quad \text{Ecuación (2)}$$

donde tiempo de PC* representa el tiempo de PC de cada registro de PV en el archivo de SGD después de alisar el tiempo; m representa la pendiente de los tiempos de GPS en el archivo de SGD; y n representa la intercepción de los tiempos de GPS en el archivo de SGD.

En una realización, la pendiente, m, y la intercepción, n, vienen determinadas por las siguientes ecuaciones:

$$m = \frac{N \cdot \sum_k x_k y_k - \sum_k x_k \cdot \sum_k y_k}{N \cdot \sum_k x_k^2 - \left(\sum_k x_k \right)^2} \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$n = \frac{\sum_k y_k \cdot \sum_k x_k^2 - \sum_k x_k \cdot \sum_k x_k y_k}{N \cdot \sum_k x_k^2 - \left(\sum_k x_k \right)^2} \quad \text{Ecuación (4)}$$

donde y representa uno o más valores de tiempo de PC; x representa uno o más valores de tiempo de GPS; y k varía desde 1 hasta N y representa el registro k^{ésimo} de PV de un archivo de SGD que contiene N registros.

Para clasificar el archivo de SGD en orden ascendente basado en el tiempo (operación 430), el procesador 140 puede clasificar los registros de PV y de TR en el archivo de SGD basado en los valores de tiempo de PC. Por ejemplo, el procesador 140 puede clasificar los registros de PV y de TR en orden ascendente o descendente.

La fig. 5A muestra una tabla ejemplar de registros de PV y de TR después de que el procesador 140 realice el alisado de tiempo (operación 420) y clasificación (operación 430). Con referencia a la fig. 5A, el primer registro es un registro de PV que incluye un tiempo de PC de "60449,56", una latitud de "40,77072", una longitud de "-74,0281", una velocidad de "61,18" kilómetros por hora, y un tiempo de GPS de "297" segundos. El segundo registro es un registro de TR que corresponde al espectro (es decir, intensidad de señal recibida por tiempo) de una señal, tal como la señal procedente del transmisor 180. El registro de TR incluye un Tiempo de PC de "60450,39", un tipo de traza (tipo de TR) de "2" para indicar que la traza de la señal corresponde a muestras de señal sobre un intervalo de tiempo, y valores de intensidad de señal recibida (es decir, muestras de señal) de "-115,93", "-113,87", "-116,0", "-120,0", y "-121,1". Aunque este registro sólo muestra seis valores de intensidad de señal recibida, un experto en la técnica puede reconocer que valores de intensidad de señal recibida pueden también ser almacenados con el registro de TR. Además, los valores de intensidad de señal recibida pueden estar basados en una traza de señal que representa las muestras de la señal en uno o más instantes de tiempo o frecuencias.

La fig. 5B muestra una traza de señal ejemplar procedente del receptor 120 con valores de muestra de señal recibida medidos en uno o más instantes. Los valores de intensidad de señal recibidos para cada registro de TR representan las muestras medidas en uno o más instantes. El procesador 140 puede almacenar la traza de la señal en el registro de TR como información de intensidad de señal recibida, como se ha mostrado en la fig. 5A. Alternativamente, un experto en la técnica, puede reconocer que la traza de señal puede en vez de ello representar muestras de la señal medida en una o más frecuencias.

Cuando los registros del archivo de SGD han sido alisados en tiempo y clasificados, el procesador 140 puede a continuación dividir cada traza del registro de TR en uno o más subconjuntos basados en la velocidad del receptor 120 (operación 440). En una realización, el procesador 140 puede determinar la distancia cubierta por el receptor 120 basándose en la velocidad del receptor. El procesador 140 puede a continuación dividir cada traza en uno o más subconjuntos de tal modo que ningún conjunto sea mayor que una distancia, tal como 40 veces la longitud de onda del transmisor. Por ejemplo, un transmisor a 1,2 GHz puede tener una longitud de onda de 0,25 metros. En este ejemplo, cada traza puede estar dividida en uno o más subconjuntos de tal modo que cada uno de los subconjuntos podría ser menor que o igual a 10 metros (es decir, 40 veces la longitud de onda de 0,25 metros). Aunque 10 metros son usados como la distancia, cualquier otra distancia puede ser usada en su lugar.

La fig. 5C ilustra el sistema 100 que recoge datos procedentes del transmisor de radio 180 en distintas situaciones geográficas entre la ruta desde A 510 a B 595. Las estrellas 521-525 representan cuando el sistema 100 recibe información de situación geográfica desde el receptor de GPS (no mostrado). Las trazas de señal 531-534 representan información de intensidad de señal recibida (véase, por ejemplo, la fig. 5B) recogida sobre un intervalo de 1 segundo. Como el sistema 100 varía su velocidad mientras se desplaza desde el punto A 510 al punto B 595, las trazas de señal 531-534 corresponden a distancias diferentes. Es decir, una traza de señal de 1 segundo recogida mientras se desplaza a 96,6 kilómetros por hora representa 26,8 metros. Por otro lado, una traza de señal de 1 segundo recogida mientras se desplaza a 48,3 kilómetros por hora representa 13,4 metros. Para limitar la distancia máxima asociada con cualquier traza de señal, el procesador 140 puede dividir la traza de señal (es decir, la información de intensidad de señal recibida) dentro de cada registro de TR en uno o más subconjuntos basado en la velocidad del receptor 120 (operación 440).

Con referencia de nuevo a la fig. 5B, la muestra representa una distancia de menos de 10 metros y puede así estar dividida en un único subconjunto, que forma un único registro de TR con información de intensidad de señal recibida que incluye "-115,93", "-113,87", "-116", "-120", "-121,1", como se ha mostrado en la fig. 5A. Aunque este ejemplo incluye un único subconjunto, un registro de TR puede alternativamente estar dividido en una pluralidad de subconjuntos.

Para calcular una media local para cada uno de los subconjuntos (operación 450), el procesador 140 puede promediar la información de intensidad de señal recibida con cada subconjunto. En una realización, el primer registro de TR de la fig. 5A puede estar dividido en un único subconjunto y los valores de intensidad de señal recibida para el subconjunto pueden ser promediados. En este ejemplo, la media local para el primer registro de TR de la fig. 5A es el promedio de "-115,93", "-113,87", "-116", "-120", "-121,1", y "-121,1" (o "-117,08" dBm, promediados en el dominio lineal). El procesador 140 puede repetir la determinación de la media local para todos los registros de TR y el subconjunto o subconjuntos correspondientes en el archivo de SGD.

Para estimar una posición para cada una de las medias locales (operación 460), el procesador 140 puede asociar una situación (o situación geográfica) con cada media local determinada en la operación 450. El procesador 140 puede estimar una situación para una media local basado en el registro de PV precedente y en el registro de PV siguiente a la media local. Por ejemplo, con referencia a la fig. 5A, el primer registro de TR está precedido por un registro de PV tomado en "60449,56" y va seguido por un registro de PV en "60451,56".

Para determinar una situación geográfica para una media local, puede usarse la ecuación siguiente:

$$Lg(\tau_k) = \frac{Lg_2 - Lg_1}{t_2 - t_1} (\tau_k - t_1) + Lg_1 \quad \text{Ecuación (5)}$$

$$Lt(\tau_k) = \frac{Lt_2 - Lt_1}{t_2 - t_1} (\tau_k - t_1) + Lt_1 \quad \text{Ecuación (6)}$$

donde Lg_1 , Lt_1 , t_1 representan la longitud, latitud, y tiempo, respectivamente, para el registro de PV que precede al registro de TR para el subconjunto para el que se está estimando la posición; Lg_2 , Lt_2 , t_2 representan la longitud, latitud, y tiempo, respectivamente, para el registro de PV después del subconjunto para el que se está estimando la posición; y τ_k es un instante asociado con la media local $k^{\text{ésima}}$ (por ejemplo, el instante asociado con el subconjunto $k^{\text{ésimo}}$ del registro de TR dado). El procesador 140 puede usar las Ecuaciones 5 y 6 para cada registro de TR y sus subconjuntos correspondientes en el archivo de SGD.

El procesador 140 puede interpolar una media local cuando la distancia excede de una distancia predeterminada (operación 470). El procesador 140 puede determinar la distancia entre dos medias locales consecutivas que usan información de situación para cada una de las medias locales consecutivas. Cuando la distancia excede del umbral predeterminado, el procesador 140 puede usar dos medias locales consecutivas para interpolar una nueva media local y una situación correspondiente. En una realización, el procesador 140 puede usar un umbral predeterminado de una distancia que corresponde a la velocidad media multiplicada por el tiempo promedio entre los registros de TR, donde la velocidad media puede ser calculada basado en los registros de PV. Por ejemplo, cuando la distancia entre dos medias locales consecutivas excede del umbral predeterminado, el procesador 140 puede promediar las dos medias locales consecutivas y situaciones correspondientes. El procesador 140 puede a continuación usar la media local promedio y la información de situación media como una media local interpolada. El procesador 140 puede también insertar la media local interpolada en el archivo de SGD. En una realización, el procesador 140 puede no realizar la operación 470 cuando la diferencia de tiempo entre registros de PV consecutivos excede de 2 segundos.

La fig. 6 muestra el archivo de SGD de la fig. 5A después de estimar la situación para cada subconjunto (operación 460) e interpolar (operación 470). En una realización, después de realizar las operaciones 460 y 470, el procesador 140 puede crear un segundo archivo, denominado en lo que sigue como un archivo-m, como se ha mostrado en la tabla ejemplar de la fig. 6. Los campos en el archivo-m de la fig. 6 incluyen longitud (Long), latitud (Lat), media local, velocidad de receptor (v), interpolación de LaGrange (Lagr-Intp), promedio, y diferencia. Por ejemplo, la media local "-113,8" incluye una longitud de "-74,0283", una latitud de "40,77081", una velocidad de "63,02" km/h, un valor de Lagr-Intp de "0". Además, el registro con un valor de Lagr-Intp de "1" es un registro que es interpolado. El procesador 140 puede usar los campos de promedio y diferencia para determinar una o más estadísticas, como se ha descrito en mayor detalle a continuación.

El procesador 140 puede también realizar la reducción de datos en el archivo-m (operación 480) para eliminar valores redundantes para la misma situación. Por ejemplo, si el sistema 100 recoge datos mientras está en una posición estacionaria (por ejemplo, mientras está parado en un semáforo rojo), el archivo de SGD o el archivo-m pueden incluir una o más medias locales para la misma situación. El procesador 140 puede así promediar las medias locales repetidas y la información de situación en una única media local en esa situación. Alternativamente, el procesador 140 puede borrar las medias locales repetidas y la información de situación para eliminar valores redundantes.

Para rechazar señales de interferencia (operación 490), el procesador 140 puede también vigilar la frecuencia. Por ejemplo, cuando el receptor 120 mide la intensidad de señal recibida de una señal de interés (por ejemplo, la frecuencia del transmisor 180), el procesador 140 puede almacenar en el módulo de almacenamiento 150 la intensidad de señal recibida para la señal de interés y descartar mediciones de intensidad de señal que no corresponden con la frecuencia de la señal de interés, tales como mediciones a partir de una señal de interferencia.

La fig. 7A muestra operaciones ejemplares para procesar estadísticamente un archivo, tal como el archivo-m, para determinar una estadística, tal como una desviación estándar. El procesador 140 puede leer la media local a partir del archivo de SGD de la fig. 6 (operación 720); calcular un promedio sobre una ventana (operación 730); y determinar una diferencia entre la media local y el promedio de ventana (operación 740). El procesador 140 puede también determinar si medias locales adicionales necesitan tratamiento (operación 750). Si es así (sí en la operación 750), el procesador 140 puede deslizar la ventana (operación 755) y repetir las operaciones 720-750 para otra media local. Cuando las medias locales adicionales no necesitan tratamiento (no en la operación 750), el procesador 140 puede estimar una desviación estándar (σ) a partir de todas las diferencias calculadas en la operación 740. Aunque se ha usado una desviación estándar, un experto en la técnica puede reconocer que cualquier otra estadística puede ser usada en su lugar, tal como una variancia, o momento de orden más elevado.

Para leer la media local a partir del archivo-m (operación 720), el procesador 140 puede leer el archivo-m almacenado en el módulo de almacenamiento 150. Por ejemplo, el procesador 140 puede leer el primer registro asociado con la primera media local, tal como los valores desde el primer registro de la fig. 6 (véase, por ejemplo, el registro número 1 de la fig. 6).

Para calcular un promedio sobre una ventana (operación 730), el procesador 140 puede calcular el promedio sobre una ventana predeterminada. La fig. 7B muestra la fig. 6, con el promedio de ventana almacenado en el primer registro de la ventana (es decir, registro 1). Con referencia ahora a la fig. 7B, la ventana predeterminada (véase, por ejemplo, la primera ventana 790 de la fig. 7B) puede incluir un tamaño de ventana de 2 registros. Con un tamaño de ventana de 2 registros, el procesador 140 puede calcular un promedio de ventana promediando las medias locales para el primer y segundo registros de la fig. 7B. El procesador 140 puede a continuación asociar el promedio de ventana con el primer registro en la ventana (por ejemplo, registro 1). En este ejemplo, el procesador 140 puede asignar el promedio de ventana de -113,4 dBm al registro número 1.

Por otro lado; en una realización, el procesador 140 puede calcular un promedio sobre una ventana predeterminada que incluye un número impar de registros, tal como cinco registros. Con un tamaño de ventana de cinco registros, el procesador 140 calcula un promedio de ventana para los registros 1-5 y a continuación asocia el promedio de ventana con el registro medio o central (es decir, registro 3). En este ejemplo, el procesador 140 puede asignar el promedio de ventana de -112,02 (es decir el promedio de -113,8, -113,06, -111,58, -110,78 y -111,6) al registro número 3. El procesador 140 puede entonces deslizar la ventana para incluir los registros 2-6. En una realización, el promedio de ventana puede ser una ventana Gaussiana (también denominada como una ventana normal) que calcula un promedio ponderado a través de la ventana Gaussiana (por ejemplo, cinco registros) tal que el promedio de ventana predeterminado está asociado con el registro central de la ventana.

Un experto en la técnica puede reconocer que pueden usarse en su lugar otros tamaños de ventana. A modo de ejemplo, el tamaño de ventana puede ser seleccionado basándose en la frecuencia (o longitud de onda) de la señal recibida por el receptor 120. En una realización, el tamaño de ventana puede corresponder a una ventana de 25 metros en una banda de 500 MHz, una ventana de 40 metros a frecuencias comprendidas dentro de un intervalo de frecuencias muy elevado (VHF), y a una ventana de 20 metros a frecuencias comprendidas dentro del intervalo de frecuencias ultra elevadas (UHF) del espectro electromagnético. En una realización, un tamaño de ventana grande puede incluir contribuciones de terreno que impacten en las medias locales (por ejemplo, aumentando la desviación estándar de la media local). Por ejemplo, con un tamaño de ventana de 25 metros, el promedio de ventana (operación 730) incluiría el promedio de la media local del primer registro con cualquier otro registro que esté dentro de una distancia de 25 metros desde el primer registro. Los artículos titulados "Propagación a 500 MHz para radio móvil", Davis y col., IEE Proc. 132, Pt. F, N° 8, 1985, y "Predicción de intensidad de señal en áreas urbanas", Parsons y col., IEE Proc., 130, Pt. F, N° 5, 1983, describen entre otras cosas, tamaños de ventana.

Para determinar una diferencia entre una media local y un promedio de ventana (operación 740), el procesador 140 puede restar el promedio de ventana de la media local. Con referencia de nuevo a la fig. 7B, esta diferencia puede ser almacenada en la columna etiquetada "Diferencia".

La fig. 7C muestra un histograma de los valores de diferencia determinados en la operación 740 (véase, por ejemplo, valores "Diferencia" de la fig. 7B). Cuando el procesador 140 usa un tamaño de ventana que produce una distribución logarítmica normal, como se ha mostrado en la fig. 7C, el procesador 140 puede estar usando el tamaño de ventana correcto. En una realización, el procesador 140 puede variar el tamaño de ventana hasta que es realizada una distribución que se aproxima a la distribución logarítmica normal. Además, la distribución logarítmica normal de la fig. 7C puede sugerir que los valores de diferencia corresponden a desvanecimiento de sombra, tal como el desvanecimiento producido por obstáculos en el terreno, en vez de desvanecimiento lento, tal como el desvanecimiento producido por variaciones lentas en el terreno.

Para determinar si las medias locales adicionales necesitan tratamiento (operación 750), el procesador 140 puede determinar si registros adicionales incluyen medias locales sin un promedio de ventana y diferencia correspondientes. Si es así, el procesador 140 desliza la ventana (operación 755) moviendo (o deslizando) la ventana sobre un registro. Con referencia de nuevo a la fig. 7B, con una distancia de ventana de dos registros, la ventana deslizaría desde la primera ventana 790 a la segunda ventana 795, que incluye registros 2 y 3.

El procesador 140 puede a continuación repetir las operaciones 720-750, por ejemplo, leer la media local de -113,06 (operación 720) desde el registro 2 (véase fig. 7B); calcular un promedio de ventana sobre la segunda ventana, que da como resultado un nuevo promedio de ventana de -112,2 (es decir, el promedio lineal de -113,06 y -111,58) (operación 730); calcular una diferencia de 1,06 (operación 740); y determinar si quedan medias locales adicionales que han de ser tratadas de nuevo (operación 750).

Cuando el procesador 140 calcula todas las diferencias basadas en las medias locales y promedio de ventana, el procesador 140 puede usar todos los valores de diferencia para calcular una estadística, tal como una desviación estándar (σ) (operación 760). La desviación estándar de todos los valores de diferencia puede ser calculada de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\frac{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)}} \quad \text{Ecuación (7)}$$

donde n es el número de registros en la fila m (por ejemplo 7 en la fig. 7B); y x_i representa el valor $i^{\text{ésimo}}$ de diferencia; e i varía desde 1 a n.

La fig. 8 ilustra las operaciones asociadas con la determinación de la cobertura de señal, consistentes con el sistema y métodos del presente invento. Con referencia a la fig. 8, un procesador 140 puede iniciar las operaciones asociadas con la determinación de la cobertura de señal (operación 810) cuando el procesador recibe una estadística, tal como la desviación estándar, que describe la información de la intensidad de señal recibida (véase, por ejemplo, operación 760 de la fig. 7A). El procesador 140 puede a continuación usar una fila m y transformar la información de situación en la fila m en una ruta (operación 820); iniciar roturas de ruta cuando la distancia entre registros adyacentes es demasiado larga (operación 830); y calcular la cobertura de señal sobre la ruta (operación 840) o subrutas, proporcionando una indicación de intensidad de señal a lo largo de la ruta o subruta.

Para transformar la fila m en una ruta (operación 820), el procesador 140 puede transformar cada media local y la información de situación correspondiente, tal como latitud, longitud, velocidad, y encabezamiento, en una ruta con distancia, dirección y velocidad relativas.

En una realización, la información de posición para cada registro dentro de la fila m es representada como un vector de posición. Por ejemplo, el registro $k^{\text{ésimo}}$ en una fila m puede incluir el vector de posición $k^{\text{ésimo}}$ que describe una situación geográfica. El vector de posición $k^{\text{ésimo}}$, S(k), puede corresponder a la ecuación siguiente:

$$S(k)=[\text{Longitud}(k), \text{Latitud}(k), \text{velocidad}(k), \text{encabezamiento}(k), \text{LM}(k)] \quad \text{Ecuación (8)}$$

donde S(k) representa el vector de posición $k^{\text{ésimo}}$; la Longitud(K) representa el valor de longitud del vector de posición $k^{\text{ésimo}}$; la Latitud(K) representa el valor de latitud del vector de posición $k^{\text{ésimo}}$; la Velocidad(k) representa la velocidad de un receptor (por ejemplo, el receptor 120 o el receptor 130 de GPS) para el registro $k^{\text{ésimo}}$.

El vector S(k) es transformado a un nuevo vector, D(k), que representa una ruta. La ruta, D(k), puede ser consistente con la siguiente ecuación:

$$D(k)=[\Delta(k), \text{velocidad}(k), \text{encabezamiento}(k), \text{LM}(k)] \quad \text{Ecuación (9)}$$

donde la información de latitud y longitud de S(k) es reemplazada con la distancia relativa $\Delta(k)$ desde el registro anterior, tal como la distancia en metros desde el registro anterior.

La fig. 9 muestra una ruta ejemplar para registros K^0 - K^3 . Con referencia a la fig. 9, el segmento de ruta entre K^1 y K^2 910 incluye una distancia de 609,6 cm (ΔK^2), un ángulo de 90 grados, una velocidad de 64,4 kilómetros por hora, y una media local de -115 dBm.

Para iniciar una rotura de ruta, el procesador 140 puede determinar si un segmento de ruta, tal como el segmento de ruta ΔK^1 y ΔK^2 de la fig. 9, excede de una distancia de segmento de ruta predeterminada (denominada a continuación como una distancia de rotura). Cuando el segmento de ruta excede de la distancia de rotura, el procesador 140 puede dividir la ruta en dos subrutas. El procesador 140 puede a continuación determinar la cobertura para cada una de las subrutas. Para determinar si se requiere una rotura de ruta, el procesador 140 puede evaluar las distancias, tales como ΔK^1 y ΔK^2 , entre puntos a lo largo de la ruta. Por ejemplo, si la distancia entre las situaciones K^1 y K^2 excede de la distancia de rotura, el procesador 140 puede dividir la ruta en subrutas.

En una realización, la distancia de rotura de ruta predeterminada es seleccionada de tal modo que sea menor que la distancia requerida para determinar la duración de un desvanecimiento de servicio. La duración de un desvanecimiento de servicio es la cantidad de veces que un dispositivo (o receptor) inalámbrico falla al detectar o tratar una señal debido a que la señal es menor que la potencia mínima requerida por el receptor. La cantidad de veces también corresponde a una distancia, tal como la distancia desplazada por el receptor durante el desvanecimiento de servicio o la distancia asociada con un registro de TR. Por ejemplo, para detectar un desvanecimiento de servicio de una duración corta, tal como 30 segundos, el procesador 140 puede requerir una distancia de segmento de ruta relativamente corta, tal como 304,80 m. Por otro lado, para detectar un desvanecimiento de servicio mayor, de 2 minutos, la distancia del segmento de ruta puede también ser mayor, tal como 1219,20 m.

Con la rotura de ruta, el procesador 140 puede calcular la cobertura de señal, tal como el porcentaje de cobertura de señal y la duración de un desvanecimiento, a lo largo de la primera subruta (por ejemplo, K^0 a K^1) y la segunda subruta (K^2 a K^3) donde ΔK^2 puede ser usado como una rotura en la ruta. La cobertura a lo largo de la ruta R_{cp} , puede ser determinada como una suma ponderada de los porcentajes de cobertura de señal para los segmentos de ruta (o

subrutinas), $C_p(k)$, en que la suma ponderada es normalizada por la longitud de ruta. R_{cp} puede corresponder a un único valor que caracteriza el porcentaje de cobertura de señal a lo largo de la ruta completa. La cobertura de ruta, R_{cp} puede ser calculada con la siguiente ecuación:

$$R_{cp} = \frac{\sum_k C_p(k) \cdot \Delta(k)}{\sum_k \Delta(k)} \quad \text{Ecuación (10)}$$

donde $C_p(k)$ es el porcentaje de cobertura de señal en un punto (por ejemplo, puntos K_0 , K_1 , K_2 , y K_3 de la fig. 9) a lo largo de la ruta; y $\Delta(k)$ es la distancia relativa desde un punto precedente.

Para cada situación k a lo largo de una ruta, el procesador 140 puede calcular un porcentaje de cobertura de señal basado en la media local para la situación $k^{\text{ésima}}$ a lo largo de la ruta, la desviación estándar (véase, por ejemplo, operación 760 en la fig. 7), y un umbral de servicio (w_i) para un dispositivo (o receptor) inalámbrico de interés.

El umbral de servicio (w_i) puede representar la menor intensidad de señal requerida por un dispositivo (o receptor) inalámbrico para detectar y tratar una señal recibida. Por ejemplo, un dispositivo inalámbrico, tal como un teléfono móvil, puede tener un umbral de servicio de -80 dBm. Para determinar el porcentaje de cobertura de señal para el teléfono móvil, el procesador 140 puede ajustar un umbral de servicio de -80 dBm. Una media local (véase, por ejemplo, Fig. 6) por debajo del umbral de servicio de -80 dBm representa un desvanecimiento de servicio. Es decir, el dispositivo inalámbrico, tal como un teléfono móvil, puede no ser capaz de detectar y/o tratar una señal más débil que -80 dBm, dando como resultado una interrupción (o desvanecimiento) en la recepción. Cuando una ruta incluye múltiples medias locales en distintas situaciones a lo largo de la ruta, alguna de las medias locales puede ser más débil que el umbral de servicio, que representa un desvanecimiento de servicio. Si medias locales consecutivas son más débiles que el umbral de servicio, el desvanecimiento de servicio tiene una duración correspondiente al tiempo o distancia asociados con las medias locales consecutivas.

Un experto en la técnica puede también reconocer que el porcentaje de cobertura de señal para dispositivos inalámbricos adicionales con diferentes umbrales de servicio (por ejemplo, -100 dBm) puede también ser determinado usando un umbral de servicio diferente. Consiguientemente, el sistema puede habilitar a un proveedor de servicio inalámbrico para determinar la cobertura de señal para uno o más dispositivos inalámbricos sobre un área o ruta.

El porcentaje de cobertura, $C_p(k)$, puede ser representado por la siguiente ecuación:

$$C_p(r) = \text{Prob}\{w \geq w_i\} = \frac{1}{2} - \text{erf} \frac{w_i - LM(r)}{\sigma_{LM}} \quad \text{Ecuación (11)}$$

donde r representa la distancia; σ_{LM} representa la desviación estándar (véase, por ejemplo la fig. 7A en la operación 760); $LM(r)$ representa la media local a la distancia r a lo largo de una ruta; y erf es una función de error de distribución normal de la siguiente forma:

$$\text{erf}(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \quad \text{Ecuación (12)}$$

Aunque es usada la desviación estándar, uno de los expertos ordinarios reconocerá que la determinación de la cobertura de señal a lo largo de una ruta puede ser utilizada sin usar la desviación estándar determinada en la operación 760 de la fig. 7A.

En una realización, el sistema 100 puede recoger información incluyendo la intensidad de señal procedente de un transmisor 180 de frecuencia de radio y la información de situación (o posición) para el sistema 100. Cuando la recogida de un área o ruta es completada, el sistema 100 puede tratar previamente la información recogida; y realizar el tratamiento, tal como el tratamiento estadístico, (operación 230) para estimar una estadística, tal como una desviación estándar, que representa el “desvanecimiento de sombra” (es decir, desvanecimiento a partir de estructuras naturales y hechas por el hombre en la superficie de la tierra que obstruyen la recepción del receptor 120).

En una realización, usando la desviación estándar de las diferencias (véase, por ejemplo, la Fig. 7A en la operación 740) entre cada media local y el promedio de ventana, el sistema 100 puede reducir la contribución del terreno cuando se determina la cobertura de señal sobre una ruta o área. Las contribuciones desde el terreno son también denominadas como desvanecimiento lento. Además reduciendo las contribuciones de terreno, el sistema 100 puede fundamental-

mente incluir contribuciones desde el desvanecimiento de sombra (es decir, variaciones en la intensidad de señal desde estructuras hechas por el hombre o naturales en el terreno) en la determinación de la cobertura de señal.

Un proveedor de servicios inalámbricos que usa el sistema 100 puede requerir menos intensidad de señal para dar servicio a una ruta o un área ya que las variaciones basadas en el terreno han sido reducidas, o eliminadas, a partir de la determinación de cobertura de señal. Por otro lado, un proveedor de servicio que no usa el sistema 100 puede necesitar proporcionar potencia de señal adicional para tener en cuenta variaciones de señal asociadas con el terreno a lo largo de la ruta.

A modo de ejemplo, cuando el porcentaje de cobertura de señal es determinado sin reducir la contribución desde el terreno, el porcentaje de cobertura de señal puede corresponder a un porcentaje de cobertura de señal del 90% para la ruta. Cuando las contribuciones del terreno son reducidas o eliminadas, el sistema 100 puede proporcionar un porcentaje de cobertura de señal de, por ejemplo, el 98%. Consiguientemente, el presente invento puede proporcionar una indicación de cobertura de señal sobre un área o ruta. Además, la indicación de cobertura de señal puede también proporcionar indicaciones de intensidad de señal recibida de un área o una ruta con menos variación que las aproximaciones del pasado reduciendo la influencia de terreno en tales indicaciones estimando la contribución debido al desvanecimiento de sombra.

En una realización, el procesador proporciona información de cobertura de señal que incluye el número de desvanecimientos con la duración correspondiente para todos los desvanecimientos sobre una ruta de una distancia dada. Por ejemplo, el procesador puede proporcionar al usuario con información de cobertura de señal que indica que para una ruta de 24,25 Km, ocurrieron 5 desvanecimientos con una duración agregada de 5 minutos. En otra realización, el procesador proporciona simplemente un porcentaje de cobertura para la ruta completa usando la ecuación 9 anterior. Por ejemplo, el procesador puede emitir al usuario un porcentaje de cobertura del 99% sobre una ruta de 24,25 Km. El procesador 140 puede también proporcionar el porcentaje de cobertura de señal sobre cada segmento de la ruta.

Además, en una realización, el sistema 100 puede proporcionar datos de intensidad de campo y tratamiento estadístico, permitiendo una determinación de cobertura de señal de alta resolución y exacta en una situación y/o a lo largo de una ruta. Además, la resolución y exactitud pueden ser utilizadas en entornos con pequeñas celdas, donde la resolución de situación es un problema. Por ejemplo, el sistema 100 puede mejorar herramientas de predicción de trazado de rayos que sitúan desvanecimientos de servicio en entornos con celdas pequeñas, tales como microceldas. Además, el sistema puede permitir la derivación de estadísticas de envolvente recibidas, tales como una función de densidad de probabilidad, la duración promediada de desvanecimientos, y tasas de cruce de nivel.

Las realizaciones anteriores y otros aspectos y principios del presente invento pueden ser puestos en práctica en distintos entornos. Tales entornos y aplicaciones relacionadas pueden ser especialmente construidas para realizar los distintos procesos y operaciones del invento o pueden incluir un ordenador o una plataforma informática de propósito general activado de manera selectiva o reconfigurado por el código de programa (también denominado como código) para proporcionar la funcionalidad necesaria. Los procesos descritos aquí no están relacionados inherentemente a cualquier ordenador particular u otros aparatos, y pueden ser llevados a la práctica por una combinación adecuada de hardware, software, y/o programa oficial del fabricante ("firmware"). Por ejemplo, distintas máquinas de propósito general pueden ser usadas con otros programas escritos de acuerdo con enseñanzas del presente invento o puede ser más conveniente construir un aparato especializado o un sistema para realizar los métodos y técnicas requeridos.

El presente invento también se refiere a medios legibles por ordenador que incluyen instrucción de programa o código de programa para realizar distintas operaciones llevadas a la práctica por ordenador basadas en los métodos y procesos del invento. Los medios e instrucciones de programa pueden ser los especialmente diseñados y construidos para los propósitos del invento, o pueden ser de la clase bien conocida y disponible para los expertos en la técnica en las técnicas de software de ordenador. Ejemplos de instrucciones de programa incluyen por ejemplo microcódigo, código máquina, tal como los producidos por un compilador y archivos que contienen un código de alto nivel que puede ser ejecutado por el ordenador usando un intérprete.

La anterior descripción de realizaciones preferidas del presente invento proporciona ilustración y descripción, pero no está destinada a ser exhaustiva o a limitar el invento a la precisa forma descrita.

REIVINDICACIONES

1. Un método para tratar información de intensidad de señal procedente de un transmisor de frecuencia de radio (180) que comprende las operaciones de: recibir información (330) de intensidad de la señal que indica una potencia para el transmisor de frecuencia de radio en una o más primeras situaciones; recibir información (320) de situación que representa una situación geográfica para una o más segundas situaciones; **caracterizado** por las operaciones de dividir la información de intensidad de señal recibida en uno o más subconjuntos de información de intensidad de señal, tal que uno o más subconjuntos son determinados basados en una velocidad de un receptor de la información (440) de intensidad de señal recibida; determinar para cada uno más subconjuntos, una media local tal que la media local represente un promedio para uno de los uno o más subconjuntos (450, 470); y estimar una situación para la media local basada en la información (460) de situación recibida.

2. El método según la reivindicación 1ª que comprende además la operación de: determinar (470) al menos una distancia entre una o más situaciones estimadas para una o más medias locales.

3. El método según la reivindicación 2ª que comprende además la operación de: dividir la información de intensidad de señal recibida en uno o más subconjuntos basada en al menos una distancia.

4. El método según la reivindicación 3ª que comprende además la operación de: determinar la al menos una distancia basada en la velocidad del receptor.

5. El método según la reivindicación 4ª que comprende además la operación de: determinar al menos una distancia basada en la velocidad del receptor de la información de intensidad de señal.

6. El método según la reivindicación 2ª que comprende además la operación de: interpolar la media local cuando al menos una distancia excede de una distancia predeterminada (470).

7. El método según la reivindicación 1ª en el que dicha operación de recibir información de situación comprende además la operación de: recibir información de situación para una o más segundas situaciones que incluye uno o más de los siguientes datos: una latitud, una longitud, y al menos una de una pluralidad de primeras marcas de tiempo desde un receptor de información del sistema de posicionamiento global.

8. El método según la reivindicación 7ª en el que dicha operación de recibir información de intensidad de señal comprende además la operación de: recibir dicha información de intensidad de señal como un conjunto de datos de intensidad de señal basado en una traza de señal.

9. El método según la reivindicación 8ª que comprende además la operación de: unir al menos una de una pluralidad de segundas marcas de tiempo al conjunto de datos de intensidad de señal.

10. El método según la reivindicación 2ª que comprende además la operación de: alisar las segundas marcas de tiempo basado en la pluralidad de primeras marcas de tiempo.

11. El método según la reivindicación 10ª en el que dicho alisado comprende además la operación de: alisar la pluralidad de segundas marcas de tiempo basado en una pendiente para la pluralidad de primeras marcas de tiempo.

12. El método según la reivindicación 1ª, en el que dicha operación de determinación comprende además la operación de: determinar una pluralidad de medias locales tal que cada media local corresponda a uno de los uno o más subconjuntos.

13. El método según la reivindicación 12ª, en el que dicha operación de determinación comprende además la operación de: promediar una o más de la pluralidad de medias locales para proporcionar un promedio de ventana.

14. El método según la reivindicación 13ª, en el que dicha operación de promediado a comprende además la operación de: determinar un valor de diferencia basado en una de la pluralidad de medias locales y el promedio de ventana.

15. El método según la reivindicación 14ª, en el que dicha operación de promediado comprende además la operación de: determinar una pluralidad de valores de diferencia.

16. El método según la reivindicación 15ª, que comprende además la operación de: calcular una desviación estándar basada en la pluralidad de valores de diferencia.

17. El método según la reivindicación 16^a, que comprende además la operación de: determinar una cobertura de señal en una situación para un dispositivo inalámbrico basado en la siguiente ecuación:

$$C_p(r) = \frac{1}{2} - \operatorname{erf} \frac{w_i - LM(r)}{\sigma_{LM}}$$

en la que r representa la situación, σ_{LM} representa la desviación estándar, $LM(r)$ representa la media local correspondiente a la situación, w_i representa un umbral de servicio para el dispositivo inalámbrico, y erf es una función de error de distribución normal.

18. El método según la reivindicación 17^a, en el que dicha operación de determinación de la cobertura de señal comprende además la operación de: definir la situación como al menos una de las una o más primeras situaciones.

19. El método según la reivindicación 1^a, que comprende además la operación de: definir las una o más primeras situaciones como situaciones que difieren de las una o más segundas situaciones.

20. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1^a a 19^a que comprende las operaciones de: determinar una o más de dichas medias locales; estimar una o más de dichas segundas situaciones para las una o más medias locales basado en las una o más primeras situaciones; transformar la una o más segundas situaciones en la ruta; y calcular la cobertura de señal para la ruta basada en la cobertura de señal para al menos una de las una o más segundas situaciones.

21. El método según la reivindicación 20^a, en el que dicha operación de calcular comprende además la operación de: calcular la cobertura de señal para la ruta basada en la siguiente ecuación:

$$R_{cp} = \frac{\sum_k C_p(k) \cdot \Delta(k)}{\sum_k \Delta(k)}$$

en la que $C_p(k)$ es la cobertura de señal en la una o más segundas situaciones, y $\Delta(k)$ es la distancia relativa entre dos de las una o más segundas situaciones.

22. Un método según la reivindicación 20^a cuando se añade a la reivindicación 7^a, en el que dicha operación de transformación comprende además la operación de: determinar la ruta basada en una pluralidad de latitudes y una pluralidad de longitudes; y dividir la ruta en al menos dos segmentos basado en la pluralidad de latitudes y la pluralidad de longitudes cuando al menos dos segmentos exceden de una distancia de rotura de la ruta.

23. El método según la reivindicación 22^a, en el que dicha operación de determinar la ruta comprende además la operación de: transformar la pluralidad de latitudes y la pluralidad de longitudes en la ruta de tal modo que la ruta incluye uno más direcciones y uno más distancias previstas para formar la ruta.

24. Un sistema para tratar información de intensidad de señal procedente de un transmisor de frecuencia de radio (180) que comprende: medios (120) para recibir información de intensidad de señal que indica una potencia para el transmisor de frecuencia de radio en una o más primeras situaciones; medios (130) para recibir información de situación que representa una situación geográfica para una o más segundas situaciones; **caracterizado** por medios (140, 150) para dividir la información de intensidad de señal recibida en uno o más subconjuntos de información de intensidad de señal, de tal modo que el uno o más subconjuntos son determinados basados en una velocidad de un receptor de la información de intensidad de señal recibida; medios (140, 150) para determinar, para cada uno de los uno o más subconjuntos, una media local tal que la media local represente un promedio para uno de los uno o más subconjuntos; y medios (140, 150) para estimar una situación para la media local basada en la información de situación recibida.

25. El sistema según la reivindicación 24^a que comprende además: medios para determinar al menos una distancia entre una o más situaciones estimadas para una o más medias locales.

26. Un sistema según la reivindicación 24^a o 25^a, que comprende además: medios para determinar una o más de dichas medias locales; medios para transformar la una o más situaciones estimadas en la ruta; y medios para calcular la cobertura de señal para la ruta basada en una cobertura de señal para al menos una de las una o más situaciones estimadas.

27. El sistema según la reivindicación 26ª, en el que dichos medios para calcular comprenden además: medios para calcular la cobertura de señal para la ruta basada en la siguiente ecuación:

$$R_{cp} = \frac{\sum_k C_p(k) \cdot \Delta(k)}{\sum_k \Delta(k)}$$

donde $C_p(k)$ es la cobertura de señal en la una o más situaciones estimadas, y $\Delta(k)$ es la distancia relativa entre dos de las una o más situaciones estimadas.

28. Un sistema según la reivindicación 24ª o 25ª que comprende al menos una memoria, en el que dichos medios para recibir información de intensidad de señal, medios para recibir información de situación, medios para dividir la información de intensidad de señal recibida, medios para determinar, y medios para estimar, comprenden cada uno un código respectivo en dicha memoria, y al menos un procesador previsto para ejecutar dicho código.

29. Un sistema según la reivindicación 26ª que comprende al menos una memoria, en el que dichos medios para recibir información de intensidad de señal, medios para recibir información de situación, medios para determinar, medios para estimar, medios para transformar, y medios para calcular, comprenden cada uno un código respectivo en dicha memoria, y al menos un procesador previsto para ejecutar dicho código.

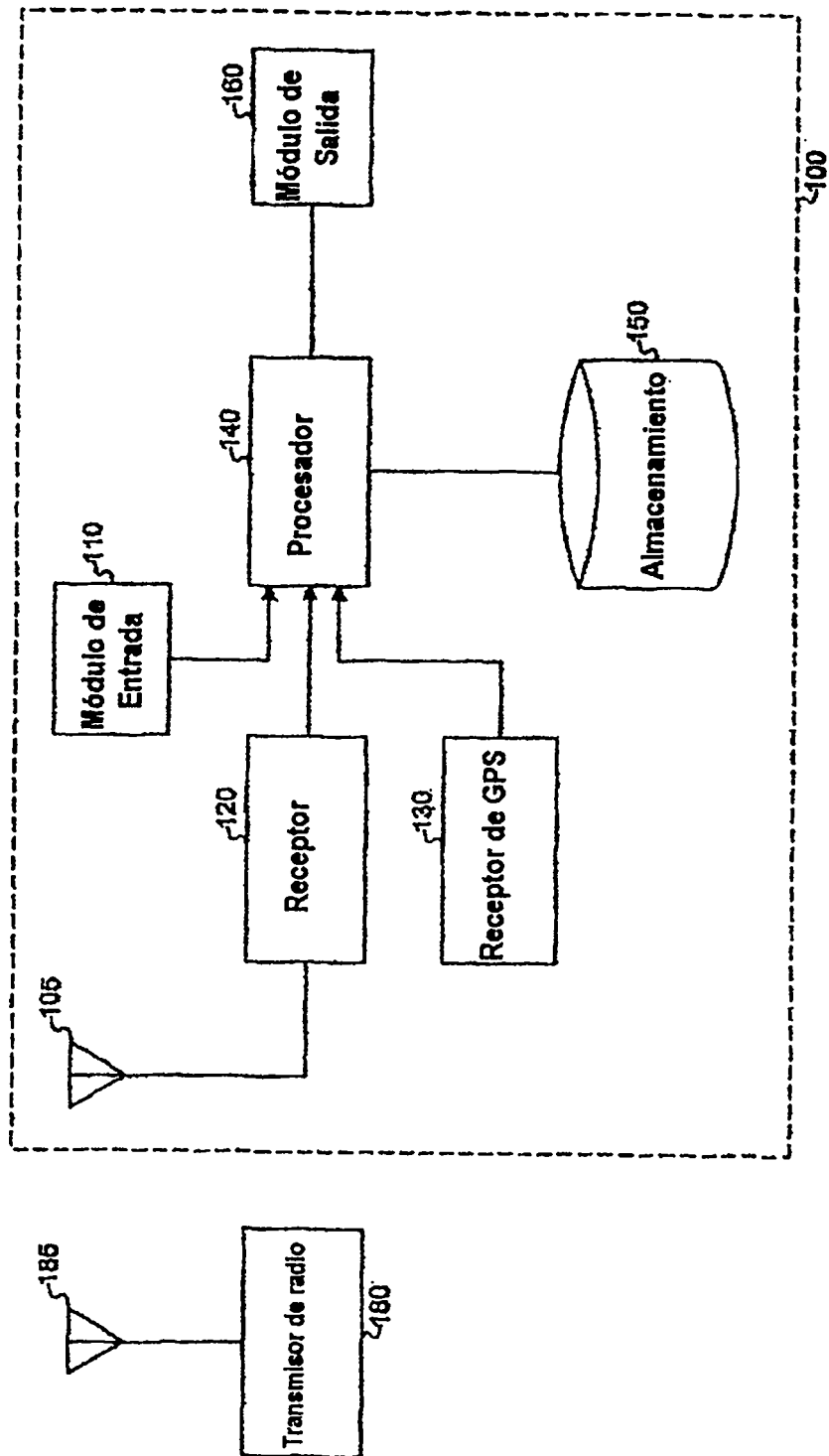


Fig. 1

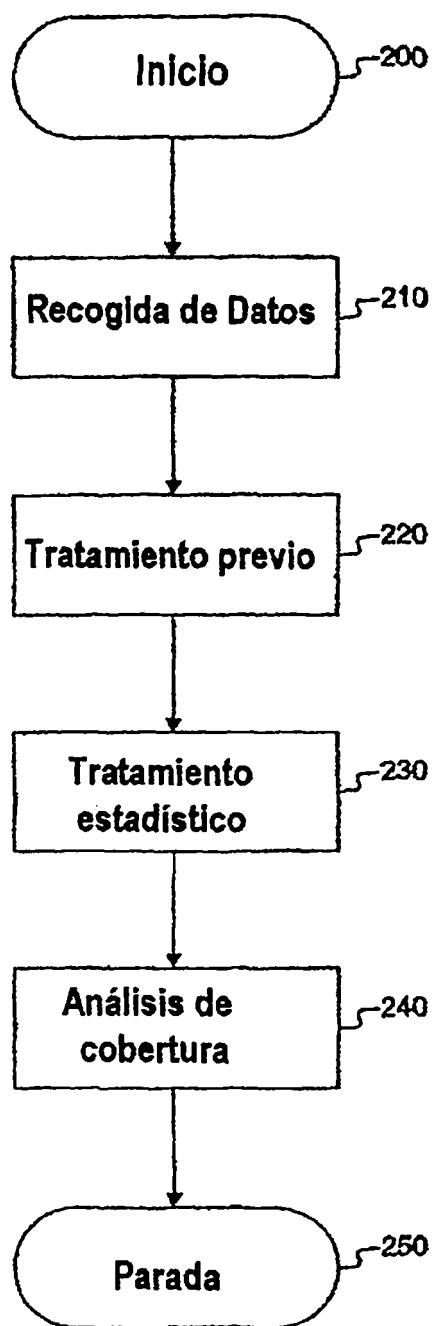


Fig. 2

Recogida de Datos

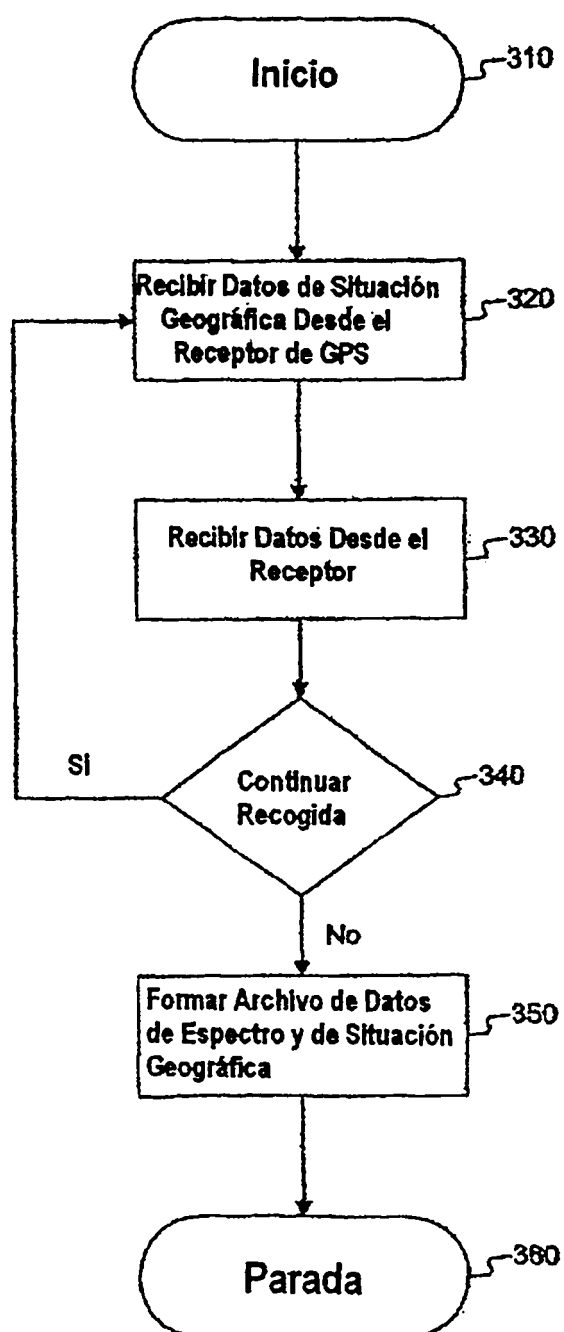


Fig. 3

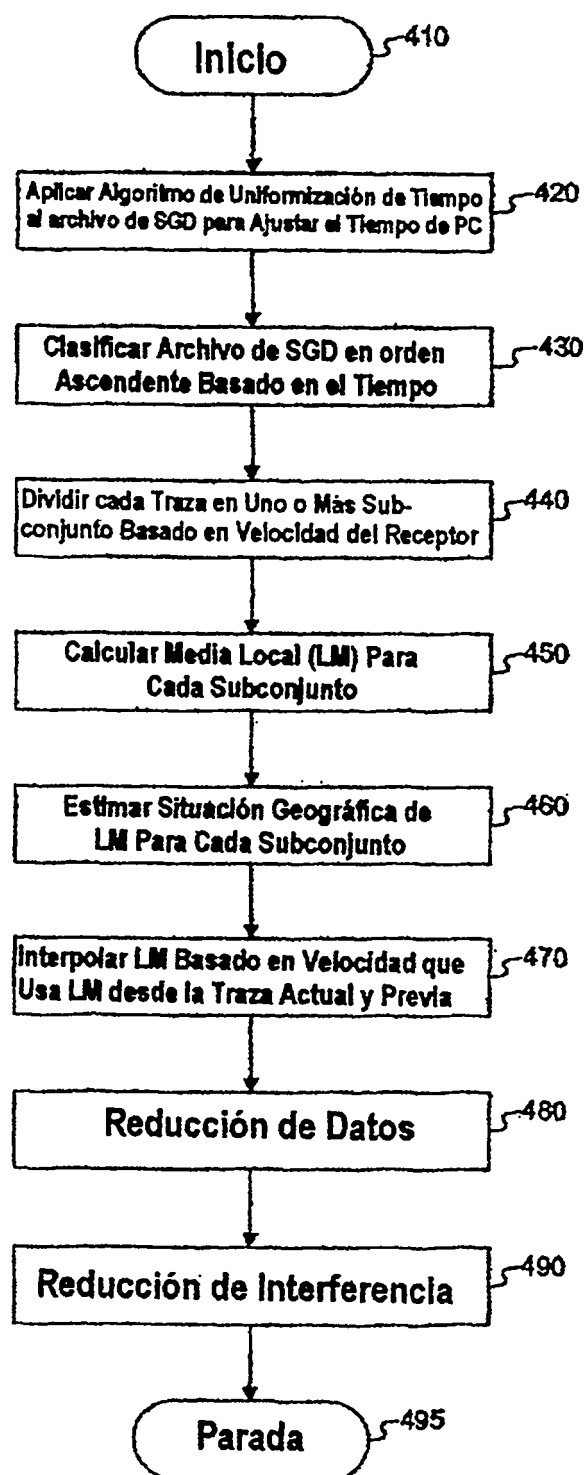


Fig. 4

	<u>Tiempo de PC</u>					
PV	60449.58	40.77072	-74.0281	38	297	
TR	60450.39	2		-115.93	-113.87	-121.1
	60450.39			-112.78	-115.91	-117.5
PV	80451.56	40.77087	-74.0285	40	298	
TR	80451.71	2		-108.67	-110.51	-110.81
	60451.71			-115.76	-114.82	-114.22
TR	60452.53	2		-111.2	-114.44	-114.84
	60452.53			-110.95	-108.88	-108.50
PV	60453.56	40.77102	-74.0288	39	299	

Fig. 5A

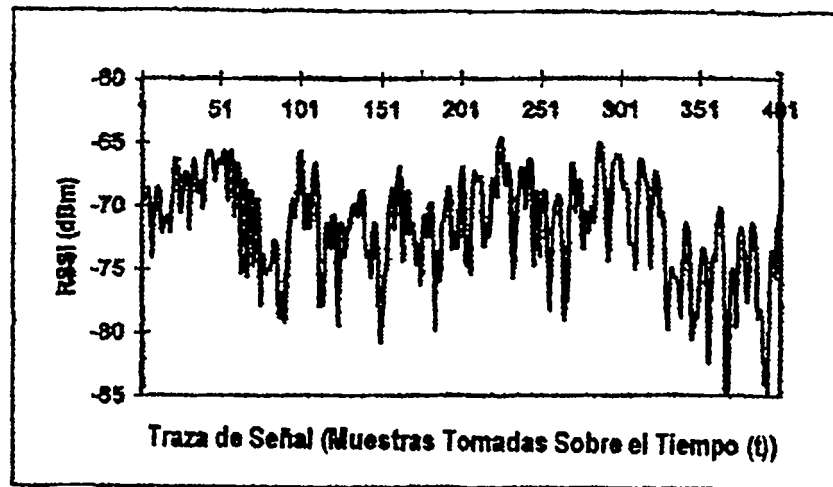


Fig. 5B

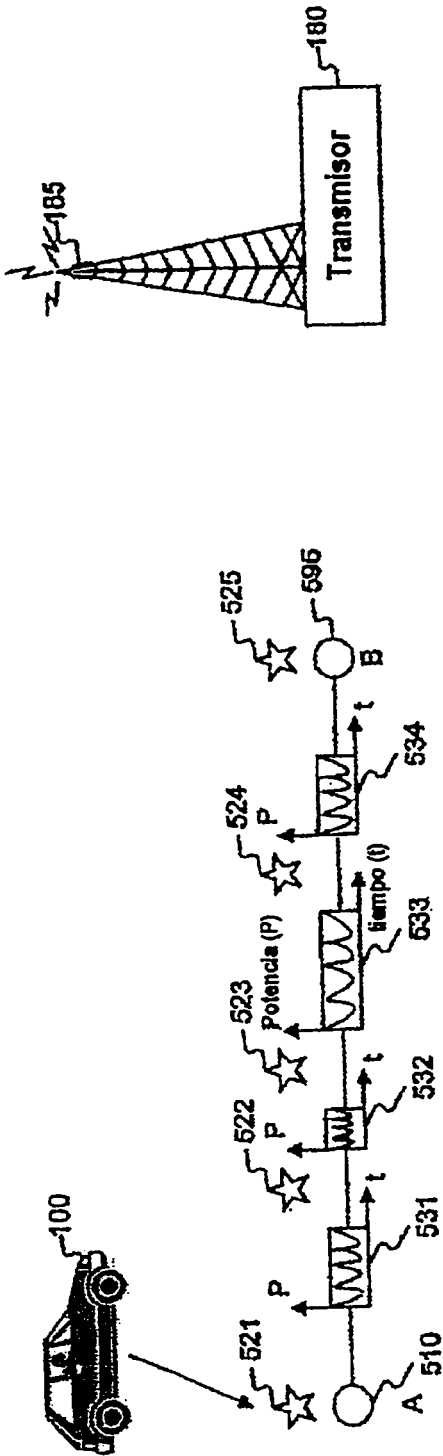


Fig. 5C

Registro	Long	Lat	Media Local	v(Km/h)	Lagr-Intp	Promedio	Diferencia
No							
1	-74.0283	40.77081	-113.8	63,02	0		
2	-74.0284	40.77084	-113.08	63,63	0		
3	-74.0285	40.77087	-111.58	63,84	1		
4	-74.0286	40.7709	-110.78	64,03	0		
5	-74.0286	40.77094	-111.6	63,72	0		
6	-74.0287	40.77097	-112.68	63,37	0		
7	-74.0288	40.771	-112.76	63,06	0		

Fig. 6

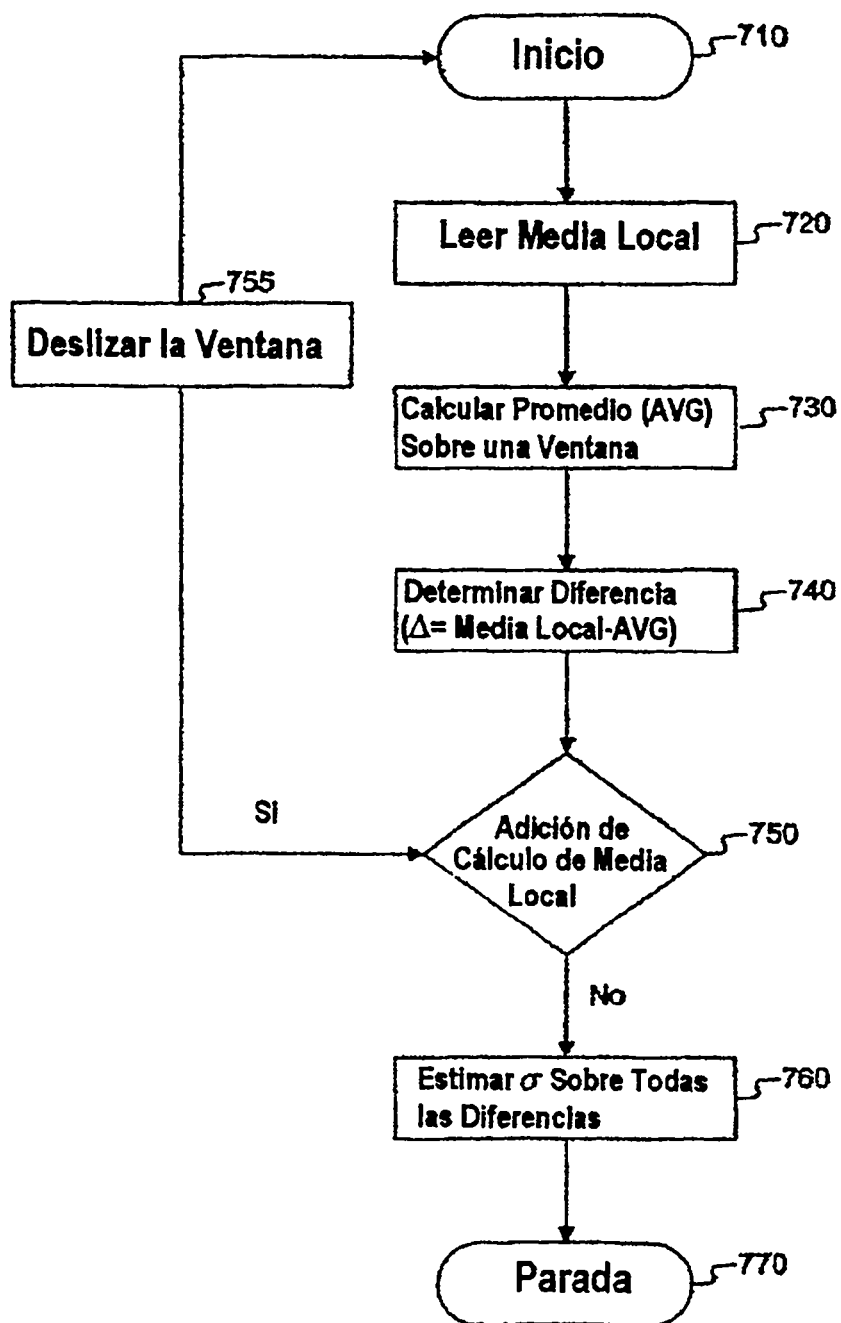
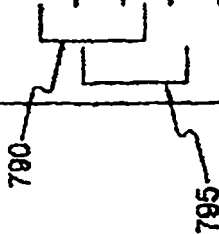


Fig. 7A



790

795

Long	Lat	Media Local	v(Km/h)	Lagr-Intp	Promedio de Ventana	Diferencia
-74.0283	40.77081	-113.8	63,02	0	-113.4	0.4
-74.0284	40.77084	-113.06	63,63	0	-112.2	1.06
-74.0285	40.77087	-111.58	63,84	1		
-74.0286	40.7709	-110.78	64,03	0		
-74.0286	40.77094	-111.6	63,72	0		
-74.0287	40.77097	-112.66	63,37	0		
-74.0288	40.771	-112.76	63,06	0		

Fig. 7B

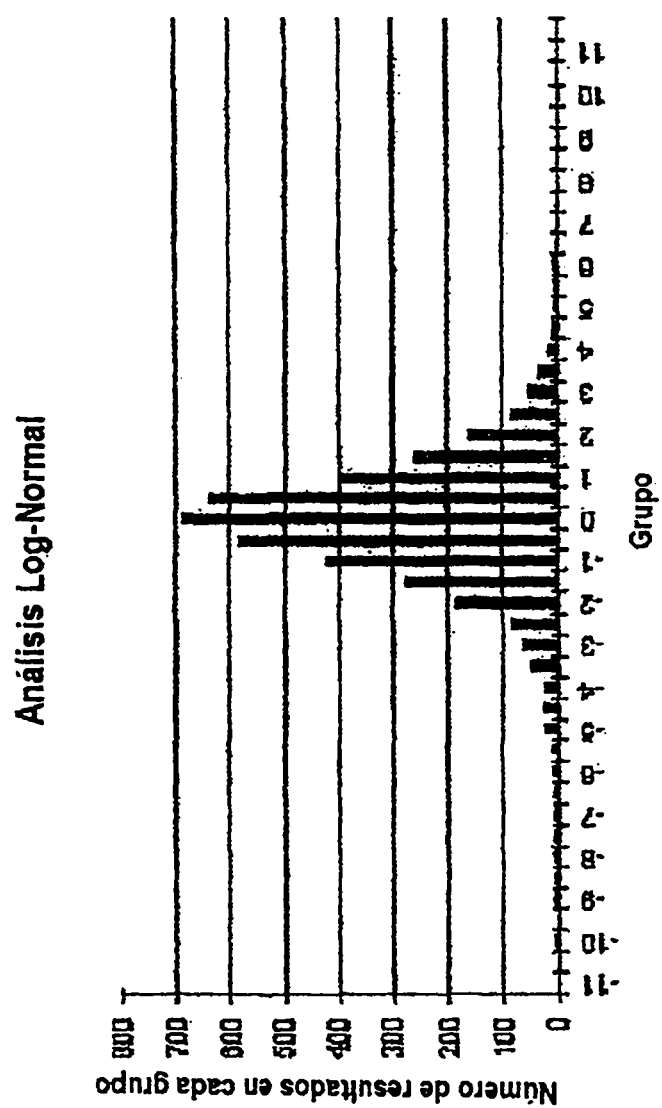


Fig. 7C

Análisis de Cobertura

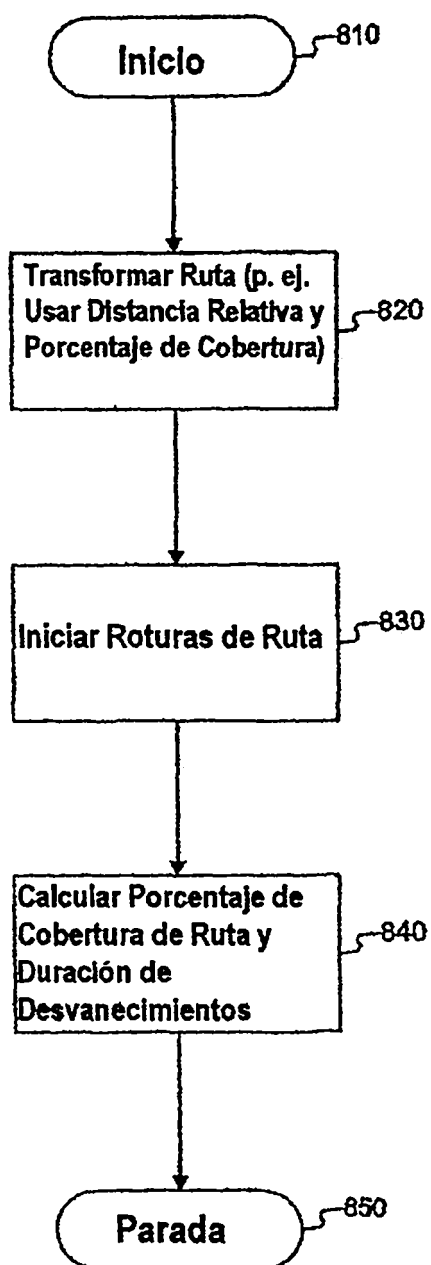


Fig. 8

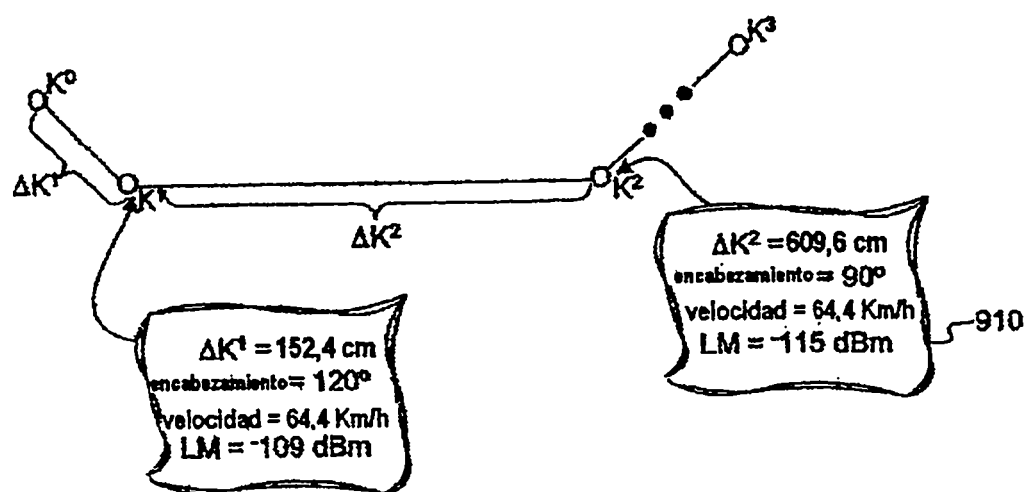


Fig. 9