

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 483**

51 Int. Cl.:

G01S 5/02 (2010.01)

H04W 64/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2013** **E 13198427 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019** **EP 2887748**

54 Título: **Método para determinar ubicaciones interiores de unidades de receptores móviles**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.10.2019

73 Titular/es:

**LUXEMBOURG INSTITUTE OF SCIENCE AND
TECHNOLOGY (LIST) (100.0%)
5, avenue des Hauts-Fourneaux
4362 Esch-sur-Alzette, LU**

72 Inventor/es:

NICOLAS, DAMIEN

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 727 483 T3

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

Método para determinar ubicaciones interiores de unidades de receptores móviles

5 **Campo técnico**

[0001] La presente invención se refiere a un método para determinar la ubicación interior de un dispositivo de computación móvil. En particular, se refiere a un método que se sirve de la intensidad de señal recibida de varios emisores de señal que está situados en ubicaciones fijas. La invención se refiere además a un programa y dispositivo informático para implementar el método descrito.

Antecedentes de la invención

[0002] La disponibilidad de los dispositivos de computación en red móviles, tales como los teléfonos inteligentes o las tabletas, ha supuesto el auge de los servicios basados en la ubicación. Los dispositivos conocidos están equipados con al menos una interfaz de conexión en red inalámbrica que les permite conectarse a redes inalámbricas de área local, WLAN, o redes celulares de transmisión de datos, como las redes uMTS, HSDPA o LTE. Muchos dispositivos conocidos están equipados además con un receptor de sistema de posicionamiento Global, GPS, lo que generalmente permite que se compute la ubicación del dispositivo si este puede recibir señales de radiodifusión emitidas desde al menos cuatro satélites GPS diferentes. Los dispositivos móviles están equipados además con medios de computación que les permiten ejecutar aplicaciones de software, para recibir, enviar y procesar datos. Los servicios basados en la ubicación se sirven generalmente de las coordenadas de ubicación determinadas por el receptor GPS para proporcionar datos específicos de ubicación a través de la red al usuario. Aunque esta solución es útil y proporciona suficiente precisión para los casos de uso en el exterior (se proporciona una exactitud de aproximadamente 10 metros), no es útil cuando el dispositivo móvil al que se van a enviar los datos específicos de ubicación se encuentra ubicado en el interior. Al no existir ninguna línea de visión del dispositivo al sistema de satélite GPS, el dispositivo no puede usar datos GPS para computar su posición y para solicitar datos de ubicación específicos de la red.

[0003] Se han propuesto sistemas de determinación de la ubicación interior basados en varios enfoques técnicos. Se ha propuesto usar etiquetas activas o pasivas, cuya presencia se puede ser detectada por los detectores o emisores correspondientes, instalados en ubicaciones conocidas en un entorno interior. Este tipo de soluciones depende de una infraestructura de equipo específica y sufren intrínsecamente, además de ser costosas de poner en práctica, de problemas de escalabilidad. En consecuencia, el uso y la adopción de tales sistemas está limitado.

[0004] El documento de patente US 2005/0243936 A1 divulga un método y sistema para determinar la ubicación del usuario en una red de comunicación inalámbrica. El método adquiere, en un dispositivo móvil, una indicación de la intensidad de señal de un conjunto de puntos de acceso implementados, como por ejemplo puntos de acceso WLAN. Usando un mapa de radio previamente construido, que mapea las intensidades de señal recibidas con probabilidades de encontrarse en una ubicación específica en el área de cobertura de los puntos de acceso, el método ubica el dispositivo de recepción situado en una ubicación en la cual la probabilidad de medir el conjunto de potencias de señal es máxima.

[0005] El sistema descrito hace uso de un equipo que, por lo general, ya se ha implementado en muchas ubicaciones interiores. De hecho, la mayoría de edificios o áreas públicas están cubiertos por varios puntos de acceso WLAN cuyas ubicaciones y coordenadas geográficas se conocen. Del dispositivo de recepción se presupone que está equipado con una tarjeta de interfaz de red, NIC, inalámbrica capaz de proporcionar una indicación de intensidades de señal recibida, RSSI.

[0006] A pesar de que el método descrito es prometedor, las aplicaciones prácticas que se sirven de los teléfonos inteligentes y las tabletas ampliamente disponibles hoy en día han fracasado en la misión de generar determinaciones de ubicación precisas. Esto parece deberse a unos valores RSSI poco fiables proporcionados por los sistemas operativos de los dispositivos móviles. Aunque el sistema descrito se basa en la observación de que la intensidad de señal medida aumenta de forma monótona con el número de muestras de medición recogidas, esto no es cierto si la falta de mediciones se debe al comportamiento del propio dispositivo o terminal de medición.

Problema técnico por resolver

[0007] Un objetivo de la presente invención es proporcionar un método y un dispositivo para determinar ubicaciones interiores de unidades de receptores móviles que resuelva al menos algunas de las desventajas de la técnica anterior.

65 **Resumen de la invención**

[0008] De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para determinar la posición de un dispositivo de computación móvil capaz de recibir señales electromagnéticas a partir de un conjunto de puntos de acceso $K > 1$ que emiten tales señales y miden la potencia de señal de las mismas con respecto a un conjunto de ubicaciones predeterminadas. El dispositivo puede ser un dispositivo de computación móvil como un teléfono inteligente o una tableta, alimentado por una batería, y las señales electromagnéticas pueden ser una señal de red inalámbrica de área local, WLAN de conformidad con el estándar IEEE 802.11a, g o n. De forma similar, los puntos de acceso pueden ser puntos de acceso WLAN conformes, que pueden ser al mismo tiempo nodos en una red comunicación de datos. Sin embargo, la invención no se limita a este tipo de infraestructura y es fácilmente aplicable a cualquier señal electromagnética emitida por un equipo fijo, y cuya potencia de señal se puede medir en un dispositivo o terminal de computación móvil. Los puntos de acceso forman parte de una infraestructura fija y su ubicación no cambia con el tiempo. El conjunto de ubicaciones predeterminadas comprende ubicaciones fijas, proporcionadas por ejemplo por sus coordenadas geográficas respectivas, que están situadas en el área de cobertura de al menos uno de los puntos de acceso. Preferiblemente, el conjunto de ubicaciones predeterminadas comprende una cuadrícula regular de ubicaciones predeterminadas.

El método comprende:

- proporcionar un mapeo, que asigna un valor de probabilidad a cada ubicación del conjunto de ubicaciones predeterminadas, en función de un vector de valores de potencia de señal determinados, donde cada componente de vector representa una indicación de la potencia de la señal emitida por un punto de acceso k determinado, $1 \leq k \leq K$, recibida por el dispositivo (100) en una ubicación determinada;
- proporcionar, para la señal emitida por cada punto de acceso k , una serie ordenada de valores de potencia de señal ascendentes diferentes medidos por el dispositivo en una ubicación de valores de recuento respectivos que indican cuántas veces se ha medido cada valor de potencia de señal durante un período de tiempo predeterminado, los datos correspondientes pueden proporcionarse preferiblemente mediante un histograma donde cada valor de potencia de señal diferente se representa mediante un intervalo de histograma;
- para cada serie de valores ordenada, detectar un valor de recuento o una secuencia de valores de recuento igual a cero, al que precede y sigue un valor de recuento distinto de cero, esta etapa permite detectar intervalos vacíos en el histograma, que están rodeados de intervalos no vacíos;
- corregir dichos valores de recuento detectados para obtener valores de recuento distintos de cero, que son una función de los valores de recuento distintos de cero precedentes y/o siguientes;
- repetir las etapas previas hasta que cada serie de valores ordenada ya no comprenda más valores de recuento de cero, precedidos y seguidos por un valor de recuento distinto de cero;
- determinar un valor de potencia de señal para la señal emitida por cada punto de acceso, donde dicho valor se basa en la serie corregida de valores de recuento de potencia de señal;
- determinar la ubicación del dispositivo de computación móvil con respecto al conjunto de ubicaciones predeterminadas usando dicho mapeo y dichos valores de potencia de señal determinados. La ubicación se puede proporcionar preferiblemente mediante sus coordenadas geográficas, o respecto a su posición relativa a las coordenadas de las ubicaciones predeterminadas.

[0009] Las etapas de detección y corrección de los valores de recuento, así como de determinación de un valor de potencia de señal, pueden llevarse a cabo preferiblemente mediante medios de computación del dispositivo de computación móvil que ha medido los valores de potencia de señal. De forma alternativa, estas etapas se pueden llevar a cabo mediante medios de computación de un dispositivo de computación en el que se han proporcionado los valores medidos originales sin corregir. Los valores de potencia de señal determinados k resultantes se proporcionan en el mismo dispositivo en el que se proporciona el mapeo, que puede ser el dispositivo de computación móvil de medición u otro dispositivo de computación. La ubicación del dispositivo de computación móvil se puede determinar mediante cualquier dispositivo con acceso a los valores de potencia de señal determinados y el mapeo.

[0010] Preferiblemente, la etapa de corrección de dichos valores de recuento detectados puede comprender ajustar los valores de recuento detectados de modo que los valores de recuento distintos de cero precedentes y siguientes y los valores de recuento corregidos satisfagan una función lineal de la potencia de señal.

[0011] La etapa de corrección de dichos valores de recuento detectados puede comprender de forma alternativa la corrección de los valores de recuento de modo que todos los valores de recuento satisfagan una función gaussiana de la potencia de señal. La función gaussiana puede ser una función gaussiana normalizada.

[0012] La etapa de determinación de una potencia de señal puede comprender preferiblemente establecer la potencia de señal determinada en una media ponderada de los valores en la serie de valores de potencia de señal medida proporcionados, donde cada valor de potencia de señal se pondera por su valor de recuento corregido correspondiente.

[0013] La etapa de determinación de la posición puede comprender preferiblemente la etapa posterior de selección de la ubicación del dispositivo de recepción como la ubicación predeterminada para la que el mapeo indica la máxima probabilidad basada en el vector de los valores de potencia de señal determinados.

[0014] Asimismo, dicha etapa de determinación de la posición puede comprender la etapa de selección de tres o más ubicaciones predeterminadas para las que el mapeo indica las tres o más probabilidades máximas basadas en el vector de los valores de potencia de señal determinados, y computar la posición del dispositivo de recepción como la ubicación media de dichas ubicaciones predeterminadas seleccionadas.

[0015] La posición determinada puede estar preferiblemente almacenada para un uso futuro. En particular, se puede almacenar un historial de ubicación determinada para cada dispositivo identificable de forma única cuya posición se está determinando. Si una posición determinada es improbable con respecto a las ubicaciones determinadas previamente para el mismo dispositivo, la posición determinada puede preferiblemente rechazarse por ser errónea. La probabilidad de una posición determinada con respecto a las posiciones determinadas previamente puede expresarse por ejemplo mediante un inverso de la distancia entre la posición determinada y la última posición determinada en el historial de ubicación del dispositivo.

[0016] La etapa de proporcionar un mapeo puede comprender preferiblemente las etapas adicionales de:

- suministrar, para la señal emitida para cada punto acceso, una serie ordenada de valores de potencia de señal ascendentes diferentes medidos por un dispositivo en una de las ubicaciones predeterminadas, junto con valores de recuento respectivos que indican cuántas veces se ha medido cada valor de potencia de señal durante un período de tiempo predeterminado;
- para cada serie ordenada de valores, detectar un valor de recuento o una secuencia de valores de recuento igual a cero, precedida y seguida por un valor de recuento distinto de cero;
- corregir dichos valores de recuento detectados para obtener valores de recuento distintos de cero, que son una función de los valores de recuento distintos de cero precedentes y/o siguientes;
- repetir las etapas previas hasta que cada serie ordenada de valores no comprenda valores de recuento de cero, precedidos y seguidos por de un valor de recuento distinto de cero;
- normalizar en cada serie los valores de recuento de modo que su suma sume hasta uno y de forma que cada valor normalizado represente la probabilidad de aparición del valor de potencia de señal correspondiente;
- asociar dichas probabilidades con el punto de acceso correspondiente y dicha ubicación predeterminada;
- repetir las etapas anteriores para cada una de las ubicaciones predeterminadas.

[0017] La etapa de corrección de los valores de recuento durante la determinación del mapeo puede comprender preferiblemente el ajuste los valores de recuento detectados de modo que los valores de recuento distintos de cero precedentes y siguientes y el valores de recuento corregidos, satisfagan una función lineal o afín de la potencia de señal. De forma alternativa, los valores de recuento detectados se pueden corregir de modo que todos los valores de recuento satisfagan una función gaussiana de la potencia de señal. La función gaussiana puede ser un función gaussiana normalizada.

[0018] De forma alternativa, el método puede comprender proporcionar, para la señal emitida por cada punto de acceso, una serie ordenada de valores de potencia de señal ascendentes diferentes medidos por al menos dos dispositivos en la misma de las ubicaciones predeterminadas, junto con valores de recuento respectivos que indican cuántas veces se ha medido cada valor de potencia de señal durante un período de tiempo predeterminado por cada uno de los dispositivos. La etapa de corrección de los valores de recuento puede en tal caso comprender de forma adicional:

- la detección de los valores de potencia de señal diferentes para los que cada uno de los dispositivos ha proporcionado un valor de recuento distinto de cero, y el uso de la media de dichos valores de recuento como el valor de recuento corregido para los valores de potencia de señal detectados;
- la detección de los valores de potencia de señal diferentes para los que al menos un dispositivo ha proporcionado un valor de recuento igual a cero, precedido y seguido por valores de recuento distintos de cero, y la corrección del valor de recuento detectado para obtener la media de los valores de recuento distintos de cero que han sido proporcionados para el mismo valor de potencia de señal por otros dispositivos.

[0019] Según un aspecto adicional de la invención, se proporciona un dispositivo capaz de implementar el método según la invención. El dispositivo comprende:

- un elemento de memoria, en el que se ha proporcionado al menos una serie ordenada de valores de potencia de señal ascendentes diferentes, junto con valores de recuento respectivos que indican cuántas veces se ha medido cada valor de potencia de señal durante un período de tiempo predeterminado mediante un medio de medición durante un período de tiempo predeterminado;
- medios de computación, donde dichos medios de computación están configurados para
 - o detectar, para cada serie ordenada de valores, un valor de recuento o una secuencia de valores de recuento igual a cero, precedido y seguido por un valor de recuento distinto de cero;

- o corregir dichos valores de recuento detectados para obtener valores de recuento distintos de cero, que son una función de los valores de recuento distintos de cero precedentes y/o siguientes;
- o repetir las etapas previas hasta que cada serie ordenada de valores no comprenda ningún valor de recuento igual a cero, precedido y seguido por un valor de recuento distinto de cero;
- o almacenar dicha serie corregida en el elemento de memoria.

[0020] El dispositivo puede comprender preferiblemente medios de recepción y medición de señal capaces de recibir señales electromagnéticas a partir de un conjunto de puntos de acceso $K > 1$ que emiten tales señales, y miden la potencia de señal de las mismas, con respecto a un conjunto de ubicaciones predeterminadas. Los medios de computación pueden además estar configurados preferiblemente para:

- medir al menos una serie de valores de potencia de señal recibida durante un período de tiempo predeterminado desde al menos un punto de acceso;
- computar, para cada valor de potencia de señal diferente, los valores de recuento respectivos que indican cuántas veces se ha medido cada valor de potencia de señal durante dicho período de tiempo, y
- almacenar dicha potencia de señal y dichos valores de recuento en dicho elemento de memoria.

[0021] Además, los medios de computación pueden estar preferiblemente configurados para determinar un valor de potencia de señal basado en cada serie de valores de recuento de potencia de señal corregidos. Los medios de computación pueden estar configurados además para llevar a cabo cualquiera de las etapas del método previamente descrito según la invención.

[0022] El dispositivo puede además comprender preferiblemente medios de recepción y transmisión de datos capaces de recibir y transmitir datos a partir de un dispositivo de computación en una red de comunicación, y donde los medios de computación están configurados además para:

- transmitir dicha serie de valores corregidos a un dispositivo de computación usando dichos medios de transmisión de datos;
- recibir una ubicación de dicho dispositivo de computación usando dichos medios de recepción de datos, donde dicha ubicación se determina basándose en dicha serie de valores corregidos.

[0023] Según otro aspecto de invención, se proporciona un ordenador capaz de llevar a cabo el método según la invención.

[0024] De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un programa informático que comprende medios de código legible por ordenador que, cuando se ejecutan en un ordenador, provocan que el ordenador lleve a cabo el método según la invención. Según otro aspecto de la invención se proporciona un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador en el que se almacena este programa informático.

[0025] Usando el método de acuerdo con la invención, es posible extender el marco conocido de ubicaciones del dispositivo probabilísticas en redes inalámbricas a casos prácticos usando teléfonos inteligentes y tabletas comerciales ampliamente disponibles.

[0026] Los mapas radiofónicos, que mapean las potencias de señal recibidas con la probabilidad de que el dispositivo de recepción se encuentre en una ubicación específica en el área de cobertura de un conjunto de puntos de acceso inalámbricos, se pueden proporcionar basándose en el tipo de dispositivo de recepción y/o sistema operativo usado en el dispositivo. Cada tipo de dispositivo y sistema operativo muestra potencialmente un patrón de ahorro de energía, que el usuario puede detectar directamente, pero que tiene efecto en la exactitud y/o la disponibilidad de los valores RSSI proporcionados para la determinación de la posición del dispositivo. Por ejemplo, debido al patrón de ahorro de energía, una muestra RSSI proporcionada puede indicar una potencia de señal de cero porque la antena de recepción se desconectó cuando se solicitó el valor a través del sistema operativo del dispositivo. El método proporciona una forma de corregir valores RSSI erróneos, que se deben al patrón de ahorro de energía implementado por el sistema operativo y/o en un chip del dispositivo de recepción. Los valores corregidos se requieren durante la fase de construcción y ubicación del mapa de radio. Con el objetivo de realizar las correcciones, el método propuesto no requiere un conjunto de aprendizaje grande o una fase de aprendizaje prolongada.

[0027] La ubicación determinada puede además refinarse basándose en el historial de movimiento del dispositivo y en varias asunciones hechas a partir del mismo.

[0028] Usando el método según la invención como una aplicación en dispositivos móviles listos para usar, se han observado exactitudes de determinación de la ubicación de hasta 1 m en casos en interiores. Esto permite usar el método, entre otras muchas aplicaciones de servicio imaginables, en sistemas de información basados en la ubicación interiores. Por ejemplo, un visitante de una exposición arte puede recibir datos específicos en su dispositivo móvil, dependiendo de su ubicación en la sala de exposiciones. El método se puede implementar

ventajosamente como un servicio de software, sin necesidad de que la infraestructura de equipo existente se amplíe o altere, siempre que el área de ubicación esté cubierta por cualquier infraestructura de puntos acceso inalámbrica. Por lo tanto, el método y sistema conforme a la invención proporciona unos costes de implementación bajos.

5

Breve descripción de los dibujos

[0029] Mediante las figuras se ilustran varios ejemplos de realización de la presente invención, que no limitan el alcance de la invención, donde:

10

- la figura 1 es una ilustración esquemática de una disposición en la que se aplica el método según invención;
- la figura 2 es un flujo de trabajo que ilustra las principales etapas del método según una forma de realización preferida de la invención;
- 15 - la figura 3 es un gráfico de ejemplo de los valores de recuento medidos y corregidos de una serie de valores de potencia de señal medidos, conforme a una forma de realización preferida de la invención;
- la figura 4 es un flujo de trabajo que ilustra detalles de una etapa del método según una forma de realización preferida de la invención.

20

Descripción detallada de la invención

[0030] Esta sección describe la invención con más detalle basándose en las formas de realización preferidas y las figuras, sin limitar el alcance de la invención a los ejemplos descritos.

25

[0031] El método según la invención adquiere, en un dispositivo móvil, una indicación de la intensidad de señal o la potencia de señal de un conjunto de puntos de acceso implementado, como por ejemplo puntos de acceso WLAN. Al usar un mapeo previamente construido, al que se hará referencia como mapa de radio, y que mapea las intensidades de señal recibidas con las probabilidades de encontrarse en una ubicación específica en el área de cobertura de los puntos de acceso, el método ubica el dispositivo de recepción considerando que se encuentra en una ubicación en la cual la probabilidad de medición del conjunto de intensidades de señal es máxima.

30

[0032] Se ha observado que, sin procesamiento adicional, los valores de indicación de la intensidad de señal recibida, RSSI, proporcionados por el sistema operativo del dispositivo de medición no siempre son indicaciones precisas y fiables de la intensidad de señal efectiva disponible en la ubicación del dispositivo.

35

[0033] Los dispositivos móviles en cuestión están generalmente equipados con medios de recepción WLAN integrados y, a menudo, se colocan diferentes funciones del sistema en el mismo chip físico dentro del dispositivo. Con frecuencia, los medios de recepción WLAN son antenas muy directivas. Los sistemas operativos, OS, utilizados para ejecutar el hardware llevan a cabo compensaciones entre, por un lado, la disponibilidad de todas las funciones del dispositivo y, por el otro, la disponibilidad de potencia de batería. Con el objetivo de reducir el consumo de energía del sistema, el OS puede elegir desactivar varias funciones del sistema de vez en cuando, de una forma que no sea transparente para el usuario del dispositivo. En el caso de que una aplicación de software requiera un valor RSSI, se lo pide al OS a través de una llamada de interfaz de programación de aplicaciones, API, específica. Tras extensas pruebas de los valores RSSI proporcionados en el dispositivo móvil con medios de recepción WLAN integrados, se ha observado que los valores proporcionados están contaminados por un ruido aleatorio. Los valores de cero se proporcionan de forma aleatoria, lo que no se puede atribuir a un modelo de canal del trayecto de comunicación que conecta el dispositivo al punto de acceso, o a interferencias con las señales externas al dispositivo. Para dos dispositivos similares que miden la potencia de la misma señal en la misma ubicación, los valores RSSI solicitados en los dispositivos al mismo tiempo para los mismos puntos de acceso proporcionan valores de cero para uno, mientras que se detecta una intensidad de señal completa en el otro. Este fenómeno no ha sido descrito en el estado de la técnica y ninguno de los modelos de canal del estado de la técnica es capaz de tener en cuenta estas formaciones de ruido.

40

45

50

55

[0034] El origen de este ruido parece ser la gestión de alimentación del dispositivo, que está implementada en el sistema operativo o directamente en el chip del sistema. Cuando se detecta una potencia de señal de cero como valor RSSI puede deberse a que la antena se ha desactivado en el momento de la medición para reducir el consumo general de batería. Aunque durante el funcionamiento normal del dispositivo estas interrupciones tienen poca importancia, el método de ubicación propuesto se basa en un pequeño número de valores RSSI de muestra, sobre los que el ruido aleatorio producido tiene un impacto potencialmente grande. El método según la invención permite tener en cuenta el ruido descrito para mejorar la capacidad de ubicar el dispositivo basándose en la intensidad de señal recibida de las señales electromagnéticas.

60

65

[0035] De conformidad con la invención, los valores RSSI que se usan para la construcción del mapa de radio y la computación de una muestra de ubicación se corrigen indirectamente para eliminar los valores incorrectos que se deben a los métodos de ahorro de energía implementados por el OS o en el chip. A pesar de que esto

describe la esencia de la presente invención en términos generales, a continuación se aportarán detalles adicionales basados en formas de realización preferidas de la invención.

5 [0036] La figura 1 ilustra un dispositivo móvil 100 que está ubicado o se mueve dentro del área de cobertura de un conjunto de puntos de acceso AP₁, ..., AP_K que emiten una señal electromagnética. El dispositivo está equipado con medios de recepción y medición que permiten la recepción de la señal electromagnética y la medición de su potencia de señal. Tales medios de recepción y medición son bien conocidos en la técnica y los dispositivos de computación móviles conocidos tales como los teléfonos inteligentes o las tabletas están equipados con dichos medios. Se proporciona un conjunto de ubicaciones predeterminadas 400. Las
10 ubicaciones 400 al igual que las posiciones de los puntos de acceso se fijan y sus posiciones se pueden almacenar en una base de datos mediante coordenadas de 2D o 3D. La base de datos se puede proporcionar en un dispositivo de computación 102, en el que puede ser accesible por el dispositivo 100 mediante un canal de comunicación, o puede estar almacenada en el dispositivo 100, en cuyo caso el dispositivo de computación 102 y el dispositivo 100 son la misma entidad física. Aunque las ubicaciones 400 se muestran formando una cuadrícula, las ubicaciones 400 puede estar distribuidas de forma arbitraria en el área de cobertura de los puntos de acceso. Las ubicaciones pueden estar separadas por aproximadamente 5 metros. La distancia entre las ubicaciones limítrofes también puede ser inferior a 5 metros, por ejemplo de 1 metro.

20 [0037] La figura 2 ilustra las principales etapas del método según la invención. En una primera etapa 10, se proporciona un mapa de radio que asigna un valor de probabilidad a cada ubicación 400 del conjunto de ubicaciones predeterminadas. Cada valor de probabilidad se asocia a un vector de valores de potencia de señal determinados, donde cada componente de vector P_k, 1 ≤ k ≤ K, representa una indicación de la potencia de la señal emitida por un punto de acceso determinado, recibido por el dispositivo 100 en la ubicación de medición. El mapa de radio puede proporcionarse a modo de tabla de consulta o en una estructura de base de datos. Como
25 se tratará de forma adicional más adelante, el mapa de radio se puede almacenar en el dispositivo 100, o se puede almacenar en un dispositivo de computación o servidor 102, que se coloca con el dispositivo 100 en una red de comunicación.

30 [0038] En una segunda etapa 20, se proporciona una serie ordenada de valores medidos de potencia de señal ascendentes diferentes N para cada una de las señales emitidas por los puntos de acceso K. Los valores se miden en el dispositivo 100. El flujo de trabajo muestra las etapas para tratar la señal emitida por uno de los puntos de acceso en aras de una mayor claridad. Los valores de potencia de señal se ordenan según su magnitud mediante algoritmos conocidos en la técnica. Los valores representan los valores de potencia de señal medidos por el dispositivo 100 y pueden estar sujetos al proceso de realización de ruido aleatorio anteriormente descrito. Junto con cada valor de potencia de señal, se proporciona un valor de recuento n que indica cuántas
35 veces ha medido el dispositivo cada valor de potencia de señal durante un período de tiempo predeterminado.

40 [0039] Por ejemplo, el período de tiempo puede ser igual a aproximadamente 5 segundos. De forma alternativa, el período de tiempo puede ser superior a 5 segundos. Por ejemplo, puede ser igual a aproximadamente 10 segundos. Dependiendo del tipo de dispositivo, y su capacidad para los valores de potencia de señal posteriores, se puede proporcionar alrededor de una medición por segundo para cada una de las señales K emitidas por los puntos de acceso K.

45 [0040] Los valores de potencia de señal, proporcionados en -dBm, junto con sus valores de recuento respectivos, se pueden representar mediante un histograma, tal y como se ilustra en la figura 3. Debido a los cortes de medición descritos provocados por las rutinas de ahorro de energía, algunos de los valores de recuento pueden ser iguales a cero, mientras que la potencia de señal disponible físicamente en el momento de la medición fue de hecho más alta. Durante la etapa 30, se detectan tales valores de recuento de cero erróneos, o secuencias de valores de recuento de cero. Los valores de recuento erróneos corresponden a "espacios" en el histograma, a los
50 que preceden y siguen intervalos de histograma no vacíos.

[0041] Durante la etapa 40, un valor de recuento erróneo detectado, o una secuencia de tales valores se corrige por interpolación. El valor distinto de cero se establece por ejemplo en un valor corregido, que es una función de los valores de recuento distintos de cero precedentes y/o siguientes. Preferiblemente, el valor corregido es una
55 función de los valores de recuento distintos de cero que preceden y siguen inmediatamente el espacio detectado. Tal y como se ilustra en el ejemplo de la figura 3, los valores corregidos, mostrados como puntos blancos, se pueden ajustar de modo que los valores corregidos, los valores de recuento distintos de cero precedentes y siguientes, satisfagan cada uno una función lineal de la potencia de señal. Aunque se puedan llevar a cabo otros métodos de interpolación, este, sencillo y heurístico, ha proporcionado unos resultados sorprendentemente buenos. Formalmente, si P_i y P_j, i < j, son valores de potencia de señal distintos de cero tal y como se muestra en la figura 3, y n_i, n_j son los valores de recuento correspondientes, entonces el espacio en los valores de recuento entre estos se rellenará con valores que satisfagan el conjunto siguiente de ecuaciones:

65
$$aP_i + b = n_i \quad (E.1)$$

$$aP_j + b = n_j \quad (E.2)$$

[0042] Que produce:

$$a = \frac{n_i - n_j}{P_i - P_j} \quad (\text{E.3})$$

5

$$b = n_i - \left(\frac{n_i - n_j}{P_i - P_j} \right) P_i \quad (\text{E.4})$$

[0043] De forma alternativa, los valores de recuento se pueden corregir de modo que todos los valores de recuento satisfagan una función gaussiana.

[0044] Después de la etapa 40, el método verifica si se han rellenado todos valores de espacio del histograma. En caso contrario, se repiten las etapas 30 y 40 hasta que todos los valores de recuento erróneos se hayan corregido tal y como se ha descrito. Una vez que este sea el caso, se determina un valor de potencia de señal Pk en la etapa 50. En una forma de realización preferida Pk es el medio ponderado de los valores medidos de potencia de señal diferentes, cada uno ponderado por sus valores de recuento corregidos respectivos. Formalmente, si N es el número de los valores medidos de potencia de señal diferentes P₁, ..., P_N, y si los valores de recuento corregidos se determinan por m₁, ..., m_N, entonces, para cada punto de acceso k, la potencia de señal recibida determinada se computa como:

20

$$Pk = \frac{1}{\sum_{n=1}^N m_n} (\sum_{n=1}^N P_n m_n) \quad (\text{E.5})$$

[0045] Las etapas 20 a 50 se pueden llevar a cabo mediante el dispositivo de medición 100 o mediante el dispositivo de computación o servidor 102, después de que los valores de potencia de señal originales sin corregir se hayan proporcionado al dispositivo de computación 102.

25

[0046] Los valores resultantes Pk, k, 1 ≤ k ≤ K, representan el vector utilizado en la etapa 60 para determinar la ubicación del dispositivo 100 mediante el mapa de radio 300. Nuevamente, esta etapa se puede llevar a cabo en el propio dispositivo de computación móvil 100, o en el dispositivo de computación o servidor 102. En este último caso, el dispositivo de computación móvil 100 y el dispositivo 102 corresponden físicamente a la misma entidad. También se hace referencia al vector de valores Pk como una muestra de ubicación de las potencias de señal disponibles. La determinación de la ubicación usando el mapa de radio se lleva a cabo preferiblemente según la forma conocida en la técnica, por ejemplo por el documento de patente US 2005/0243936 A1. En una forma de realización preferida, la ubicación del dispositivo 100 se determina como la ubicación predeterminada para la cual el mapeo 300 indica la máxima probabilidad basándose en el vector de valores de señal determinados.

30

35

[0047] Específicamente, cada componente Pk que corresponde al punto de acceso k, se mapea con un valor de probabilidad del dispositivo 100 en cada una de las ubicaciones predeterminadas. De hecho cada ubicación predeterminada se especifica mediante probabilidades de valor de potencia de señal k. Para cada una de las ubicaciones predeterminadas, los valores de probabilidad k indicados por el mapeo 300 se multiplican para producir la probabilidad de que el dispositivo esté en la ubicación predeterminada. Esto permite seleccionar la más probable entre las ubicaciones predeterminadas, dada la muestra de ubicación.

40

45

[0048] De forma alternativa, la ubicación del dispositivo 100 se determina seleccionando tres o más ubicaciones predeterminadas para las que el mapeo 300 indica las tres o más probabilidades máximas basándose en el vector de valores de potencia de señal determinados. La posición se computa a continuación tomando la ubicación media de dichas ubicaciones predeterminadas.

50

[0049] Preferiblemente, la posición determinada se almacena para uso futuro. En particular, se almacena preferiblemente un historial de ubicaciones determinadas para cada dispositivo identificable de forma única cuya posición está siendo determinada. Si una posición determinada es improbable con respecto a las ubicaciones determinadas previamente para el mismo dispositivo, la posición determinada puede rechazarse preferiblemente por ser errónea. La probabilidad de una posición determinada con respecto a las posiciones previamente determinadas pueden expresarse por ejemplo mediante un inverso de la distancia entre posiciones posteriormente determinadas. Se podrán implementar adicionalmente modelos de dispositivo o de movimiento del usuario, que se conocen como tales en la técnica, para refinar la ubicación determinada. Asimismo, la ubicación determinada del dispositivo puede se puede refinar de forma adicional utilizando datos puestos a disponibilidad en el dispositivo 100 por otros medios de detección, tales como giroscopios, receptores GPS y otros.

55

60

[0050] La ubicación determinada se puede proporcionar en coordenadas geográficas absolutas, lo que facilita una posible transferencia a un servicio de posicionamiento GPS una vez que esté disponible una línea de visión a los satélites GPS en el dispositivo de medición. De forma alternativa, la ubicación determinada se puede proporcionar en coordenadas relativas con respecto a las ubicaciones de referencia conocidas, para ejemplo las ubicaciones predeterminadas 400 o las ubicaciones de los puntos de acceso desde los que se emiten las señales electromagnéticas.

[0051] Durante la computación del mapa de radio 300, el mismo fenómeno debido al ahorro de energía del dispositivo de medición puede distorsionar los valores usados para computar las probabilidades que se requieren para determinar la ubicación. Por lo tanto, es útil aplicar el mismo método de corrección según la invención durante la etapa 10, en la que se proporciona el mapa de radio 300. En una forma de realización preferida ilustrada por el flujo de trabajo de la figura 4, la etapa 10 comprende etapas que corrigen las mediciones usadas para la construcción del mapa de radio 300. En la etapa 11, para la señal emitida por cada punto de acceso k, se proporciona una serie ordenada de valores de potencia de señal ascendentes diferentes. Los valores de potencia de señal se miden mediante un dispositivo en una de las ubicaciones predeterminadas 400 durante un período de tiempo predeterminado. El período de tiempo puede ser por ejemplo un periodo de 60 segundos o menos. Dependiendo del tipo de dispositivo, y su capacidad con respecto a los valores de potencia de señal posteriores, se puede proporcionar en torno a una medición por segundo para cada una de las señales K emitidas por los puntos de acceso K.

[0052] La aparición de cada valor medido de potencia de señal diferente se cuenta y asocia al valor de potencia de señal correspondiente. Esto resulta en un histograma similar al histograma de la figura 3. En la etapa 12, se detecta un valor de recuento o una secuencia de valores de recuento, precedidos y seguidos por un valor de recuento distinto de cero. Los valores detectados se corrigen usando uno de los métodos anteriormente descritos en la etapa 13. Las etapas 12 y 13 se repiten hasta que todos espacios de histograma se hayan rellenado.

[0053] Alternativa o adicionalmente, se puede usar una medición simultánea de varios dispositivos del mismo tipo para medir la intensidad de potencia de señal en las mismas ubicaciones predeterminadas. La etapa de corrección de los valores de recuento 40 comprende además en este caso:

- inicializar los valores de recuento corregidos para cada valor de potencia de señal diferente para obtener cero;
- recuperar los valores medidos de potencia de señal de todos los dispositivos de medición en un dispositivo de computación;
- en el dispositivo de computación, detectar los valores de potencia de señal diferentes para los cuales cada uno de los dispositivos ha proporcionado un valor de recuento distinto de cero, y usar la media de dichos valores de recuento como el valor de recuento corregido para los valores de potencia de señal detectados;
- detectar los valores de potencia de señal diferentes para los cuales al menos un dispositivo ha proporcionado un valor de recuento igual a cero, precedido y seguido por valores de recuento distintos de cero, y actualizar el valor de recuento corregido para obtener la media de los valores de recuento distintos de cero proporcionados para el mismo valor de potencia de señal mediante otros dispositivos.

[0054] Durante la etapa 14, los valores de recuento corregidos resultantes se normalizan de modo que su suma sume uno. El valor de histograma normalizado de un intervalo de histograma representa la probabilidad de aparición del valor de potencia de señal correspondiente. Las distribuciones resultantes para cada punto de acceso se almacenan en el mapa de radio 300 en la etapa 15. Las etapas anteriores se repiten para cada una de las ubicaciones predeterminadas 400 hasta que el mapa de radio esté completo.

[0055] Debe observarse que la aparición de "espacios" en los histogramas descritos depende del tipo de dispositivo que se use para medir la intensidad de señal, es decir, del tipo de chip de detección y antena que se use, así como de la versión del OS que se ejecute en el dispositivo de medición. Por lo tanto, en una forma de realización preferida de la invención, se genera una pluralidad de mapas de radio 300 usando diferentes tipos de dispositivos. Si un dispositivo pretende determinar su posición, identifica su tipo de dispositivo en primer lugar, que determina el mapa de radio que se ha generado usando el mismo tipo de dispositivo. El mapa de radio correspondiente se usará para determinar la ubicación en la etapa 60. Hacer que el dispositivo que computa el vector de muestra de la ubicación corregida coincida con el dispositivo de medición que se ha usado para construir el mapa de radio aumenta la exactitud del algoritmo de posicionamiento.

[0056] Según una forma de realización preferida, el dispositivo 100 mide los valores de potencia de señal usando medios de medición de señal. Las mediciones se proporcionan como valores RSSI y almacenan en un elemento de memoria del dispositivo. El dispositivo 100 comprende medios de computación tales como una unidad central de procesamiento, CPU, que implementan las etapas 30 a 50 tal y como se ha descrito anteriormente. El mapa de radio 300 también se almacena en un elemento de memoria del dispositivo 100, de modo que el dispositivo puede determinar su ubicación por sí mismo. La ubicación determinada puede entonces usarse para otras aplicaciones que se ejecutan en el dispositivo, como servicios basados en la ubicación.

5 [0057] Según otra forma de realización preferida, el dispositivo 100 mide los valores de potencia de señal usando medios de medición de la potencia de señal. Las mediciones se proporcionan como valores RSSI y se almacenan en un elemento de memoria del dispositivo. El dispositivo 100 comprende medios de computación tales como una unidad central de procesamiento, CPU, que implementan las etapas 30 a 50 tal y como se ha descrito anteriormente. Los valores de potencia de señal determinados P_k se almacenan en un elemento de memoria del dispositivo 100. El dispositivo comprende medios de transmisión, que le permiten transmitir datos a un dispositivo de computación remoto 102 mediante un canal de comunicación en una red de comunicación. El dispositivo transmite los valores de potencia de señal determinados P_k al dispositivo de computación remoto, en el que se almacena el mapa de radio 300. El dispositivo de computación remoto comprende medios de recepción para recibir los valores transmitidos, un elemento de memoria y medios de computación que implementan la etapa 60 del método descrito. Una vez se haya determinado la ubicación del dispositivo solicitante 100, se transmite del dispositivo de computación remoto al dispositivo 100 mediante un canal de comunicación.

15 [0058] Según otra forma de realización preferida, el dispositivo 100 mide los valores de potencia de señal usando medios de medición de señal. Las mediciones se proporcionan como valores RSSI y almacenan en un elemento de memoria del dispositivo. El dispositivo comprende medios de transmisión, que le permiten transmitir datos a un dispositivo de computación remoto 102 mediante un canal de comunicación en una red de comunicación. El dispositivo transmite los valores medidos de potencia de señal sin corregir al dispositivo de computación remoto, que tiene acceso al mapa de radio 300, que puede estar almacenado en el mismo dispositivo de computación, o en otro dispositivo de computación de la red de comunicación. El dispositivo de computación remoto comprende medios de recepción para recibir los valores transmitidos, un elemento de memoria y medios de computación que implementan las etapas 30 a 60 del método según la invención. Una vez se haya determinado la ubicación del dispositivo solicitante 100, se transmite del dispositivo de computación remoto al dispositivo 100 mediante un canal de comunicación.

25 [0059] Mientras se construye el mapa de radio 300, el dispositivo 100 mide los valores de potencia de señal usando medios de medición de señal. Las mediciones se proporcionan como valores RSSI y se almacenan en un elemento de memoria del dispositivo. El dispositivo comprende medios de transmisión, que le permiten transmitir datos a un dispositivo de computación remoto 102 mediante un canal de comunicación en una red de comunicación. El dispositivo transmite los valores medidos de potencia de señal sin corregir al dispositivo de computación remoto, que implementa las etapas 11 a 15 para construir el mapa de radio. De forma alternativa, el dispositivo 100 implementa las etapas del método 11 a 15 y transmite los valores corregidos al dispositivo de computación remoto. Una vez que el dispositivo de computación remoto ha reunido toda la información requerida para completar el mapa de radio, 300, este último se almacena bien en el dispositivo remoto o bien en otro dispositivo de computación remoto, o se distribuye a los dispositivos de terminal móviles.

30 [0060] El experto en la materia será capaz de proporcionar un programa informático que implemente algunas o todas las etapas del método según la invención basándose en la descripción proporcionada y los dibujos anexos. Dicho programa informático, cuando se ejecute en un ordenador o dispositivo de computación móvil, llevará al ordenador o dispositivo de computación móvil a ejecutar las etapas del método descritas.

35 [0061] Se debe entender que la descripción detallada de las formas de realización preferidas específicas se proporciona únicamente mediante ilustraciones, ya que varios cambios y modificaciones dentro del alcance de la invención resultarán evidentes para el experto en la materia. El alcance de protección se define por el conjunto siguiente de reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para determinar la posición de un dispositivo de computación móvil (100) capaz de recibir señales electromagnéticas desde un conjunto de puntos de acceso $K > 1$ (200) que emiten tales señales, y de medir la potencia de señal de las mismas con respecto a un conjunto de ubicaciones predeterminadas, donde el método comprende la etapa de:
- 10
- proporcionar, en un dispositivo de computación (102), un mapeo (300), que asigna un valor de probabilidad a cada ubicación (400) en el conjunto de ubicaciones predeterminadas, en función de un vector de valores de potencia de señal determinados, donde cada componente de vector representa una indicación de la potencia de la señal emitida por un punto de acceso k , $1 \leq k \leq K$, determinado y recibido por el dispositivo de computación móvil (100) en una ubicación (10) determinada;
- 15 **caracterizado por el hecho de que** el método comprende además las etapas de:
- 20
- proporcionar, para la señal emitida por cada punto de acceso k , una serie ordenada de valores de potencia de señal ascendentes diferentes medidos por el dispositivo (100) en una ubicación determinada, junto con unos valores de recuento respectivos que indican cuántas veces se ha medido cada valor de potencia de señal durante un período de tiempo predeterminado (20);
 - para cada serie ordenada de valores, detectar un valor de recuento o una secuencia de valores de recuento igual a cero, precedida y seguida por un valor de recuento distinto de cero (30);
 - corregir dichos valores de recuento detectados para obtener valores de recuento distintos de cero, donde dichos valores de recuento distintos de cero se computan usando una función de interpolación de valores de recuento distintos de cero precedentes y/o siguientes (40);
 - repetir dichas etapas (20) y (30) hasta que cada serie ordenada de valores no comprenda ningún valor de recuento de cero, precedido y seguido por un valor de recuento distinto de cero;
 - determinar un valor de potencia de señal para la señal emitida por cada punto de acceso, donde dicho valor se basa en la serie corregida de valores de recuento de potencia de señal, y proporcionar los valores de potencia de señal determinados a dicho dispositivo de computación (102) (50);
 - determinar, en dicho dispositivo de computación (102), la ubicación del dispositivo de computación móvil (100), donde dicha ubicación se determina usando al menos la ubicación predeterminada para la que dicho mapeo (300) indica la máxima probabilidad basándose en dichos valores de potencia de señal determinados (60).
- 35 2. Método según la reivindicación 1, donde dicha etapa de corrección (40) comprende ajustar los valores de recuento detectados de modo que los valores de recuento distintos de cero precedentes y siguientes y los valores de recuento corregidos satisfagan una función lineal de la potencia de señal.
- 40 3. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, donde la etapa de determinación de una potencia de señal (50) comprende ajustar la potencia de señal determinada para obtener una media ponderada de los valores de la serie de valores medidos de potencia de señal proporcionada, donde cada valor de potencia de señal se pondera con su valor de recuento corregido correspondiente.
- 45 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la etapa de determinación de la posición (60) comprende la etapa posterior de:
- 50
- seleccionar la ubicación del dispositivo de recepción como la ubicación predeterminada para la que el mapeo indica la máxima probabilidad basándose en el vector de valores de potencia de señal determinados.
- 55 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la etapa de determinación de la posición (60) comprende la etapa posterior de:
- 60
- seleccionar tres o más ubicaciones predeterminadas para las que el mapeo indica las tres o más probabilidades máximas basándose en el vector de valores de potencia de señal determinados, y computar la posición del dispositivo de recepción como la ubicación media de dichas ubicaciones predeterminadas seleccionadas.
- 65 6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde la etapa (10) de proporcionar un mapeo (300) comprende las etapas adicionales de:
- proporcionar, en un dispositivo de computación (102), para la señal emitida por cada punto de acceso, una serie ordenada de valores de potencia de señal ascendentes diferentes medidos por un dispositivo en una de las ubicaciones predeterminadas, junto con los valores de recuento respectivos que indican cuántas veces se ha medido cada valor de potencia de señal durante un período de tiempo predeterminado (11);

- para cada serie ordenada de valores, detectar un valor de recuento o una secuencia de valores de recuento iguales a cero, precedido y seguido por un valor de recuento distinto de cero (12);
- corregir dichos valores de recuento detectados para obtener valores de recuento distintos de cero, donde dichos valores de recuento distintos de cero se computan usando una función de interpolación de los valores de recuento distintos de cero precedentes y/o siguientes (13);
- repetir dichas etapas (12) y (13) hasta que cada serie ordenada de valores no comprenda ningún valor de recuento de cero, precedido y seguido por un valor de recuento distinto de cero;
- normalizar en cada serie los valores de recuento de modo que su suma sume uno, y de forma que cada valor normalizado represente la probabilidad de aparición del valor de potencia de señal correspondiente (14);
- asociar dichas probabilidades con el punto de acceso correspondiente y dicha ubicación predeterminada, y proporcionar el mapeo resultante en dicho dispositivo de computación (102) (15);
- repetir las etapas anteriores para cada una de las ubicaciones predeterminadas.

7. Método según la reivindicación 6, donde dicha etapa de corrección (13) comprende ajustar los valores de recuento detectados de modo que los valores de recuento distintos de cero precedentes y siguientes, y los valores de recuento corregidos, satisfagan una función lineal de la potencia de señal.

8. Dispositivo capaz de implementar el método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo comprende

- un elemento de memoria, en el que se ha proporcionado al menos una serie ordenada de valores de potencia de señal ascendentes diferentes, junto con valores de recuento respectivos que indican cuántas veces se ha medido cada valor de potencia de señal durante un período de tiempo predeterminado mediante un medio de medición durante un período de tiempo predeterminado;
- medios de computación, donde dichos medios de computación se configuran para
 - o detectar, para cada serie ordenada de valores, un valor de recuento o una secuencia de valores de recuento igual a cero, precedido y seguido por un valor de recuento distinto de cero;
 - o corregir dichos valores de recuento detectados para obtener valores de recuento distintos de cero, que son una función de los valores de recuento distintos de cero precedentes y/o siguientes;
 - o repetir las etapas precedentes hasta que cada serie ordenada de valores no comprenda ningún valor de recuento de cero, precedido y seguido por un valor de recuento distinto de cero;
 - o memorizar dichas series corregidas en el elemento de memoria.

9. Dispositivo según la reivindicación 8, donde el dispositivo comprende además medios de recepción y medición de señal capaces de recibir señales electromagnéticas a partir de un conjunto de puntos de acceso $K > 1$ que emiten tales señales, y medir la potencia de señal de las mismas, con respecto a un conjunto de ubicaciones predeterminadas, y donde los medios de computación están configurados además para

- medir al menos una serie de valores de potencia de señal recibida durante un período de tiempo predeterminado;
- computar para cada valor de potencia de señal diferente, los valores de recuento respectivos que indican cuántas veces se ha medido cada valor de potencia de señal durante dicho período de tiempo, y
- almacenar dicha potencia de señal y dichos valores de recuento en dicho elemento de memoria.

10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, donde los medios de computación se configuran de forma adicional para determinar un valor de potencia de señal basándose en cada serie de valores de recuento de potencia de señal corregidos.

11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, donde los medios de computación se configuran adicionalmente para llevar a cabo cualquiera de las etapas del método según las reivindicaciones 2 a 8.

12. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, donde el dispositivo comprende además medios de recepción y transmisión de datos capaces de recibir y transmitir datos a partir de un dispositivo de computación en una red de comunicación, y donde los medios de computación se configuran además para

- transmitir dicha serie de valores corregidos a un dispositivo de computación usando dichos medios de transmisión de datos;
- recibir una ubicación desde dicho dispositivo de computación usando dichos medios de recepción de datos, donde dicha ubicación se determina basándose en dicha serie de valores corregidos.

13. Ordenador capaz de llevar a cabo el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

14. Programa informático que comprende medios de código legibles por ordenador que, cuando se ejecutan en un ordenador, provocan que el ordenador lleve a cabo el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

5 15. Producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador sobre el que se almacena el programa informático según la reivindicación 14.

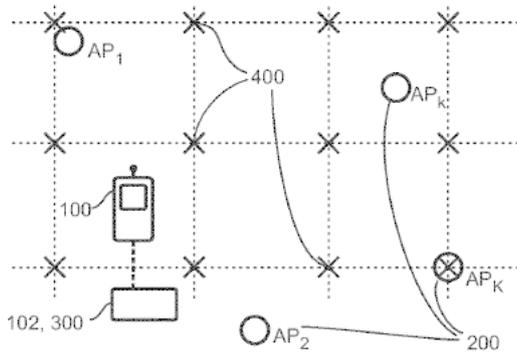


Fig. 1

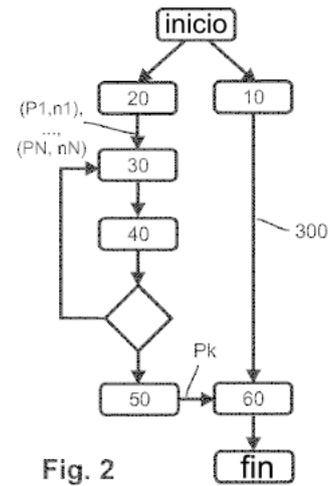


Fig. 2

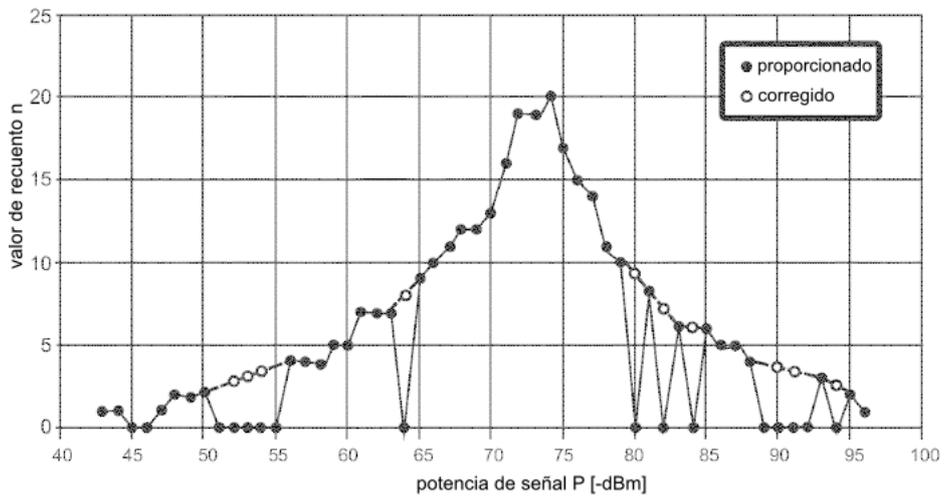


Fig. 3

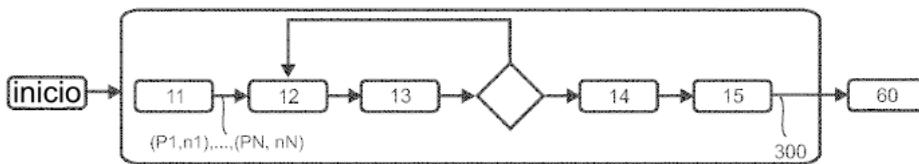


Fig. 4