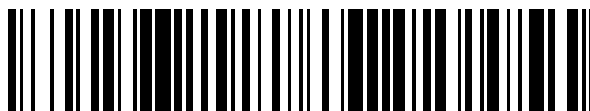


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 408 335**

51 Int. Cl.:

H04W 64/00 (2009.01)

G01S 5/02 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2001** **E 01997966 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013** **EP 1336317**

54 Título: **Sistema y procedimiento para identificar la posición de terminales móviles**

30 Prioridad:

24.11.2000 IT TO20001097

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

20.06.2013

73 Titular/es:

**TELECOM ITALIA S.P.A. (100.0%)
PIAZZA DEGLI AFFARI, 2
20123 MILANO, IT**

72 Inventor/es:

**FILIZOLA, DAVIDE;
ORDANO, LUCIANO y
STOLA, LORIS**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 408 335 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

Sistema y procedimiento para identificar la posición de terminales móviles.

Campo de la invención

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un sistema y procedimiento para identificar la posición de terminales móviles o teléfonos móviles.

[0002] Más particularmente, la presente invención se refiere a un sistema y procedimiento para identificar la posición de un teléfono móvil en una zona geográfica servida por una red de telefonía móvil.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 **[0003]** son conocidos en la técnica anterior Sistemas y procedimientos para identificar la posición de teléfonos móviles.

[0004] Por ejemplo, La Publicación de Patente Internacional WO-A-0018148 describe un procedimiento para la localización de teléfonos móviles.

15 **[0005]** El procedimiento de la técnica anterior hace que sea posible localizar teléfonos móviles mediante la comparación de la información de Radio Frecuencia recogida desde el teléfono móvil (huella RF del teléfono móvil o Medidas RF) con información RF contenida en una base de datos de referencia (huella digital RF de referencia), en la que cada huella digital RF de referencia se corresponde según una relación de uno a uno con una superficie elemental o píxel de la zona geográfica servida por la red, y mediante la asignación del teléfono móvil a la posición que corresponde a la huella RF digital de referencia cuyos valores son los más próximos a los del teléfono móvil.

20 **[0006]** Si bien parece que el procedimiento de la técnica anterior proporciona resultados fiables desde el punto de vista técnico, desde el punto de vista práctico los resultados de este procedimiento son en general poco fiables o como mucho inexactos.

[0007] Un problema práctico está asociado con el número limitado de canales de frecuencias (canales) que los teléfonos móviles usan para comunicarse.

25 **[0008]** Cuanto más se limita el número de canales (En Italia, por ejemplo, las redes GSM (*Global System for Mobile Communications*) proporcionan 124 canales, sólo una parte de los cuales están asignados a cada operador, es habitual que un operador asigne canales idénticos a las estaciones base de radio que "cubren" una zona geográfica determinada.

30 **[0009]** Debido a esta práctica, que también se denomina reutilización de frecuencias, el teléfono móvil recibe señales de RF para cada canal que corresponden a la suma algebraica, en términos de potencia, de los valores de campo recibidos de las respectivas estaciones de radio base utilizando el mismo canal. Por consiguiente, la huella RF digital del teléfono móvil para un canal dado puede ser la misma, incluso cuando se genera en diferentes partes de la zona geográfica, dado que se deriva de una suma.

35 **[0010]** Como puede entenderse fácilmente, este problema no existiría si no se reutilizaran los canales. En tal caso, de hecho, el valor del campo para cada canal dependería sólo de los factores de pérdidas electromagnéticas debidos a la ruta tomada para alcanzar el teléfono móvil.

40 **[0011]** Otro problema práctico es que los teléfonos móviles generan una huella RF digital que incluye los valores de campo de un número limitado de canales. En el caso de GSM, por ejemplo, los teléfonos móviles son capaces de generar una huella RF digital que incluye un máximo de siete valores (valor septuplete), cada uno correspondiente a un valor de campo de RF para un canal diferente.

[0012] Por consiguiente, es extremadamente probable en la práctica que los teléfonos móviles colocados en diferentes elementos o píxeles en la zona geográfica generen septupletes idénticos, precisamente debido al número limitado de valores que se pueden utilizar. Naturalmente, si los teléfonos móviles pudiesen proporcionar un número de valores igual al número de canales disponibles, el potencial de error sería muy limitado.

45 **[0013]** Un tercer problema técnico se asocia con el hecho de que las bases de datos de referencia, incluso si se actualizan regularmente, contienen valores de campo que, independientemente del procedimiento utilizado para su obtención, no pueden corresponder exactamente a los valores de campo de los teléfonos móviles debido a las variaciones continuas ambientales y / o a las condiciones climáticas que determinan estos últimos valores.

50 **[0014]** Por esta razón, puede no ser realista suponer en la práctica que la posición del teléfono móvil se identifica únicamente por una sola huella digital de referencia, excepto en circunstancias particularmente afortunadas.

[0015] Esencialmente, por lo tanto, aunque el procedimiento de la técnica anterior puede ser preciso en teoría, se ha encontrado, en la práctica que este procedimiento da como resultado errores en la ubicación que en muchos casos pueden ser significativos debido a la reutilización de frecuencias, el número limitado de valores que utiliza el teléfono móvil para generar la huella digital de RF, y el hecho de que los valores medidos por el teléfono móvil varían con el tiempo.

[0016] En redes GSM, por ejemplo, se ha determinado experimentalmente que hay una ambigüedad sistemática en el establecimiento de ubicación del teléfono móvil debido a que el procedimiento de la técnica anterior asigna el mismo septuplete a los puntos que están geográficamente muy distantes, y puede ser de hasta varios kilómetros de distancia.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[0017] El objeto de la presente invención es un sistema y procedimiento para identificar la posición de los teléfonos móviles que no tiene los inconvenientes del procedimiento de la técnica anterior, incluso aunque no requiere que se modifiquen las características de los teléfonos móviles y la información que generan con el fin de permitir la localización.

[0018] Este objeto se consigue mediante el sistema de localización de teléfono móvil y el procedimiento tal como se describe en las reivindicaciones independientes.

[0019] En particular, de acuerdo con la presente invención, la ambigüedad en la localización se puede reducir mediante la introducción de información probabilística adicional a la base de datos de referencia con el fin de asignar estadísticamente la localización del teléfono móvil.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0020] Las anteriores y otras características de la presente invención se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción de una realización preferida de la invención, que se ofrece puramente a modo de un ejemplo y no debe ser interpretada como una limitación, tomada en conjunción con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 representa un diagrama de bloques del sistema de acuerdo con la invención;

La figura 2 representa un diagrama lógico de los teléfonos móviles, tal como se muestran en la Figura 1.

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERIDA DE LA INVENCION

[0021] Con referencia a la Figura 1, el sistema 10 de localización de acuerdo con la presente invención comprende una varios terminales móviles 12, por ejemplo, teléfonos móviles, distribuidos al azar sobre un área geográfica determinada y cuya posición se debe identificar, una red de telefonía móvil o celular (red) 14, por ejemplo, una red GSM, y un Centro de Localización Móvil (centro MLC) 15.

[0022] Cada teléfono móvil 12 (Figura 1 y Figura 2) es de tipo conocido y comprende un circuito de radiofrecuencia (circuito RF) 22, un circuito de control 25 conectado al circuito de RF 22 y capaz de controlar las actividades del teléfono móvil 12 a partir de los programas almacenados en el circuito de control 25, y una tarjeta SIM (SIM) 27, se conecta de acuerdo con el estado de la técnica anterior al circuito de control 25.

[0023] La tarjeta SIM 27, de tipo conocido, comprende programas que están preparados apropiadamente por un operador de telefonía, por ejemplo, para gestionar y facturar el tráfico telefónico o, tal como se describirá en detalle a continuación, para permitir localizar el teléfono móvil 12.

[0024] El circuito de control 25, como ya es conocido, es capaz, en particular, de medir, periódicamente y por medio del circuito RF 22, valores de campo electromagnético (medidas RF) en un número determinado de canales de frecuencia (canales), y de seleccionar entre estos canales un número máximo de medidas RF, por ejemplo, hasta 7 para las redes GSM, que corresponde a un número igual de canales para los que el teléfono móvil 12 es capaz de decodificar un código de identificación asociado.

[0025] De acuerdo con la presente invención, la tarjeta SIM 27 es capaz, en particular, de responder a las órdenes apropiadas establecidas por el operador de telefonía y activadas por el usuario de un teléfono celular, haciendo que el circuito de control 25 lleve a cabo un número predeterminado de mediciones, la transferencia de las mediciones a la tarjeta SIM, y la transmisión de estas en la forma, por ejemplo, de mensajes cortos SMS.

[0026] La red 14, de tipo conocido, por ejemplo, la red GSM, es capaz de recibir las mediciones de RF transmitidas por los teléfonos móviles 12 y de transmitir las al centro MLC 15.

[0027] En general, la red 14 comprende una multiplicidad de estaciones de radio base (estaciones RB) que no se muestran en la figura, y es capaz de permitir el intercambio de mensajes y comunicaciones entre teléfonos

móviles presentes en puntos elementales 12 o píxeles de la zona geográfica y centros de servicios, sistemas y equipos conectados a la red 14 y, por ejemplo, el centro MLC 15.

[0028] El centro MLC 15 comprende un ordenador 55 de tipo conocido, por ejemplo un ordenador de doble CPU Pentium @ III con 512 Mbytes RAM y el sistema operativo Windows NT @, y un subsistema de disco (discos) 52 de tipo conocido, conectados al ordenador 55 y capaz de almacenar bases de datos de referencia en una primera zona de memoria 52a, y los módulos o programas a usar en la identificación de la posición de los teléfonos móviles 12 en una segunda zona de memoria 52b.

[0029] Como se describirá en detalle a continuación, el centro MLC 15 es capaz de ejecutar los programas almacenados en la zona 52b y de identificar, por medio de estos programas y sobre la base de los mensajes SMS recibidos desde el teléfono móvil 12 y de las bases de datos de referencia almacenadas en la zona 52a, la posición de los teléfonos móviles y de transmitir la información de posición obtenida de este modo a los centros de servicio y / o a los teléfonos móviles 12 mediante la red 14.

[0030] De acuerdo con un rasgo característico de la presente invención, la base de datos de referencia comprende una multiplicidad de cadenas de información (registros), cada una compuesta de información o campos que tienen el significado que se muestra en la siguiente tabla 1:

Tabla 1

INFORMACIÓN o CAMPOS		
I	II a (N-1)	No.
Identificador para el píxel p_i de zona geográfica	Valores de campo RF para los canales asignados al operador de telefonía que gestiona el centro MLC y que identifica el píxel según una correspondencia uno a uno	Probabilidad pp de que el teléfono móvil esté situado en el píxel

[0031] En particular, el número de elementos de información relativos a los valores de campo de RF se corresponde, por ejemplo, con el número de canales de frecuencia asignados a la operadora telefónica y es mayor que el número de canales que el teléfono móvil 12 es capaz de decodificar.

[0032] Además, la probabilidad o factor pp de que el teléfono móvil se encuentre en el píxel p_i o probabilidad de tráfico pp se determina sobre una base de píxel a píxel utilizando informaciones cartográficas, tales como las siguientes:

- Clasificación morfológica del píxel;

- Porcentaje de edificios en el píxel;

- Presencia de infraestructuras de comunicación, tales como carreteras, autopistas, ferrocarriles, etc.

[0033] De acuerdo con este ejemplo de una forma de realización preferida de la invención, no se considera que la altitud sobre el nivel del mar de cada píxel contribuya a determinar el factor pp de forma más fiable, y por lo tanto no se considera como un elemento activo en la definición de este parámetro.

[0034] Para facilitar la operación de normalización sin limitar la medida en que es aplicable en general el enfoque formal adoptado para el problema, se asumió una gama de valores de 0 a 1 para el factor pp , donde el tráfico que se puede esperar para p_i aumenta a medida que aumenta píxel pp .

[0035] De acuerdo con este ejemplo de una forma de realización preferida de la invención, se supone que se utiliza un número finito de niveles (es decir, un total de 10) para pp . El procedimiento utilizado para asignar estos niveles como una función de las características geográficas se presenta en el diagrama que se muestra en la siguiente tabla 2.

[0036] Como será fácilmente evidente para un experto en la materia, la definición de los valores adoptados por el parámetro pp depende de las características geográficas de conformidad con las relaciones en las que, en ciertos casos, se combinan diversos atributos a través de operaciones lógicas "o" y / o "y". Por ejemplo, la condición para el primer nivel ($pp = 0.1$) es, en primer lugar, que el píxel correspondiente está cubierto por un porcentaje de edificios igual a 2% y ("y") que una de las tres condiciones siguientes ("o") sean satisfechas: zona despejada, glaciar, bosque denso, y ("y"), en segundo lugar, que no deben existir infraestructuras de comunicación (no hay carreteras principales ni autopistas).

[0037] Está claro que, en general, un píxel que satisface estas condiciones está intuitivamente en la parte inferior de la escala de valores de potencial de tráfico. Asimismo, debe tenerse en cuenta que el valor numérico intrínseca de 0,1 ha de entenderse como con respecto a la gama global (0 a 1) y no como un valor absoluto, para los que no se hacen suposiciones en ausencia de información específica.

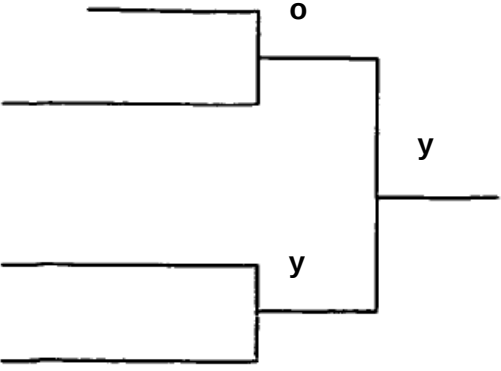
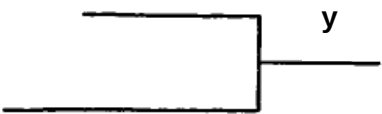
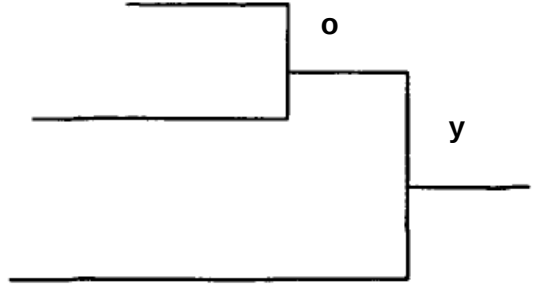
- 5 **[0038]** Por lo tanto, los otros valores de pp se definen por un mecanismo de asignación único que se implementa fácilmente a partir de la información geográfica disponible para un experto en la técnica.

- 10 **[0039]** Obviamente, el diagrama de la tabla 2 se deriva de una serie de suposiciones razonables, que también se deben a consideraciones que pueden ser verificadas experimentalmente a través del análisis de las muestras de la zona geográfica, y tienen la intención de establecer el número medio de personas que ocupan la zona y la composición / actividades de esta población.

Tabla 2

Factor pp	Categorías morfológicas /de uso de la tierra
0.1	% cubierto por edificios = 2% Zona despejada Glaciar Bosque denso No carretera principal No autopista principal y o y y

0.2	% cubierto por edificios = 2% Bosque poco denso Pantanos abiertos Agua No carretera principal No autopista principal
0.3	% cubierto por edificios = 2% Prado con árboles Pradera abierta 2% < % cubierto por edificios ≤ 10% No carretera principal No autopista principal
0.4	10% < % cubierto por edificios ≤ 20% No carretera principal No autopista principal

0.5	20% < % cubierto por edificios ≤ 30% Carretera principal No autopista principal % cubierto por edificios ≤ 30% 
0.6	30% < % cubierto por edificios ≤ 40% No autopista principal 
0.7	40% < % cubierto por edificios ≤ 50% No autopista principal 
0.8	50% < % cubierto por edificios ≤ 60% Autopista principal % cubierto por edificios ≤ 60% 
0.9	60% < % cubierto por edificios ≤ 70%
1	% cubierto por edificios > 70%

[0040] Como será fácilmente evidente para un experto en la materia, el número de valores discretos que se pueden asignar a pp y las técnicas utilizadas para definir estos valores se pueden variar a voluntad sin apartarse de los criterios generales de cuantificación de la probabilidad de tráfico en los diversos píxeles de las zonas geográficas como una función de los parámetros cartográficos.

[0041] De acuerdo con el procedimiento contemplado por la presente invención, el funcionamiento del sistema 10 descrito anteriormente es el siguiente.

[0042] Cuando el usuario del teléfono móvil 12 activa la función de localización, la tarjeta SIM 27 hace que el circuito de control 25 active una o más mediciones en la secuencia del campo electromagnético en los canales disponibles para el teléfono móvil 12 por medio del circuito RF 22.

[0043] Las medidas de RF son transferidas por el circuito de control 25 a la tarjeta SIM 27 que, sobre la base de los programas almacenados en su memoria interna, hace que el circuito de control 25 transmita estas mediciones al centro MLC 15.

[0044] Las medidas de RF transmitidas de este modo se refieren, por ejemplo, para el Estándar GSM, a un máximo de 7 valores de campo de 7 canales.

[0045] Por medio del ordenador 55 y los programas y los datos almacenados en los discos 52, el centro MLC 25 compara los valores de los campos recibidos con los valores de campo de los respectivos canales almacenados en los registros de la base de datos de referencia con una tolerancia predeterminada.

5 **[0046]** Si el resultado de esta comparación es negativo, o en otras palabras, si no hay registro y píxel correspondiente en la base de datos de referencia, el ordenador 55 modifica la tolerancia de búsqueda en pasos discretos con el fin de identificar al menos un registro que corresponda a las medidas de RF recibidas en la base de datos de referencia.

10 **[0047]** Si la comparación permite identificar un solo registro, finaliza la búsqueda y el centro MLC 25, por medio del ordenador 55 y la red 14, transmite la información de la localización al teléfono móvil y / o al centro de servicios creado para apoyar las consultas asociadas con la localización.

15 **[0048]** Si, como de hecho se produce invariablemente en la práctica, la comparación identifica una pluralidad de registros, y por lo tanto de píxeles candidatos para el establecimiento de la localización del teléfono celular, el ordenador 55 toma los factores pp de los registros identificados de esta manera, asigna un peso proporcional a los valores identificados de estos factores, y calcula la posición del teléfono móvil mediante un procedimiento estadístico utilizando los factores ponderados pp, de modo que cuanto mayor sea el valor de PP, mayor será la probabilidad de asignar la posición al píxel correspondiente.

20 **[0049]** En detalle, se define por ejemplo una gama verdadera, (1100). Para este rango, se supone que hay disponible un generador de números aleatorios con una densidad de probabilidad uniforme. Por lo tanto, en presencia de, por ejemplo, dos registros, el primero con $pp=1 = 0.8$ y el segundo con $pp=2 = 0.2$, el primer píxel se asocia con un sub-rango R1 de amplitud (1,80), mientras que el segundo píxel se asocia con un sub-rango R2 de amplitud (81, 100). La extracción de un número aleatorio de la gama R con el generador antes mencionado hace que sea posible asignar la posición del teléfono móvil a uno de los dos píxeles con una probabilidad igual a los respectivos factores pp.

25 **[0050]** En caso de ambigüedad, el ordenador 55 transmite, por ejemplo, la información acerca de la posición y la información del teléfono móvil con respecto a posibles posiciones alternativas y las probabilidades correspondientes al centro de servicio.

30 **[0051]** Por lo tanto, a través del procedimiento propuesto, es posible gestionar las situaciones de ambigüedad de manera ponderada, evitando el problema que se encuentra con frecuencia en la práctica de tener que asignar una posición al azar al teléfono móvil en caso de ambigüedad, sin tener factores de probabilidad asociados con parámetros cartográficos de la zona geográfica considerada.

35 **[0052]** Como se ha comprobado en la práctica que el número de posibles posiciones que pueden ser asignadas al teléfono móvil en grandes áreas geográficas, tales como una región italiana, por ejemplo, es del orden de varios cientos, también se propone de conformidad con una variante de la presente invención que la base de datos de referencia incluya un campo más o información asociada con cada píxel pi en la zona geográfica, a saber, el identificador de la estación RB que está habilitada para intercambiar información con los teléfonos móviles posicionados en dichos píxeles.

40 **[0053]** De acuerdo con esta variante, el mensaje SMS transmitido por el teléfono móvil incluye el identificador de la estación RB, así como los valores de campo. En consecuencia, el ordenador compara primero medidas RF del teléfono móvil con los valores de los campos en los registros que tienen el mismo identificador de estación recibida RB.

[0054] Naturalmente, el procedimiento utilizado para asignar una posición al teléfono móvil por medio de probabilidades ponderada PP se mantiene sin cambios en la variante propuesta.

45 **[0055]** Aunque la descripción anterior de una forma de realización preferida de la invención se aplica a una red GSM, será fácilmente evidente para un experto en la materia que el procedimiento de asignación de un peso probabilístico a los píxeles en la zona geográfica también se puede extender a diferentes tipos de red en la que la ambigüedad en la identificación de la posición de los teléfonos móviles puede surgir cuando se usan sólo las mediciones de campo electromagnético.

50 **[0056]** El sistema de circuitos y las conexiones contempladas en la descripción anterior son capaces de modificaciones en diversos aspectos obvios, como son los detalles del procedimiento de funcionamiento, tal como se ha ilustrado, todo ello sin apartarse del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para identificar la posición de teléfonos móviles en una red de telecomunicaciones inalámbricas que tiene una pluralidad de estaciones de base de radio, que comprende:

- al menos un teléfono móvil que tiene

5 - medios para capturar un huella de teléfono móvil que incluye valores de campo correspondientes a un primer número de canales en el espectro RF; y

- medios para transmitir dicha huella de teléfono móvil;

caracterizado por el hecho de que

- al menos una estación de referencia tiene

10 - medios para comparar dicha huella de teléfono móvil con una pluralidad de huellas de referencia correspondientes a una única posición en dicha red y que comprende

a) valores de campo correspondientes a un segundo número de canales en el espectro RF, siendo dicho primer número un subconjunto de dicho segundo número; y

b) un valor probabilístico representativo de parámetros cartográficos para la zona geográfica;

15 - medios para seleccionar de dicha pluralidad de huellas de referencia y a partir de dicha huella de teléfono móvil un número determinado de huellas candidatas para identificar la posición de dicho teléfono móvil; y

- medios para asignar una posición a dicho teléfono móvil atribuyendo una de dichas huellas candidatas a dicho teléfono móvil a partir de dicho valor probabilístico.

20 **2.** Un sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** dicha huella de teléfono móvil y dichas huellas de referencia también comprenden:

c) identificar códigos para identificar la estación de base de radio que es capaz de intercambiar información con dicho teléfono móvil en la zona geográfica.

3. Un sistema según la reivindicación 1 o 2 **caracterizado por el hecho de que** dicha estación de referencia comprende

25 - medios para transmitir dicha posición asignada a dicho teléfono móvil a centros de servicio conectados a dicha red.

4. Un sistema según la reivindicación 1, 2 o 3 **caracterizado por el hecho de que** dicha red es una red GSM.

5. Procedimiento para identificar la posición de teléfonos móviles en una red de telecomunicaciones inalámbricas **caracterizado por el hecho de que** comprende las siguientes etapas:

30 - capturar con un teléfono móvil un huella de teléfono móvil que incluye valores de campo correspondientes a un primer número de canales en el espectro RF;

- comparar dicha huella de teléfono móvil con una pluralidad de huellas de referencia correspondientes a una única posición en dicha red y que comprende

35 a) valores de campo correspondientes a un segundo número de canales en el espectro RF, siendo dicho primer número un subconjunto de dicho segundo número; y

b) un valor probabilístico representativo de parámetros cartográficos para la zona geográfica;

- seleccionar de dicha pluralidad de huellas de referencia y a partir de dicha huella de teléfono móvil un número determinado de huellas candidatas para identificar la posición de dicho teléfono móvil;

40 - asignar una posición a dicho teléfono móvil atribuyendo una de dichas huellas candidatas a dicho teléfono móvil a partir de dicho valor probabilístico.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por el hecho de que** dicha huella de teléfono móvil y dichas huellas de referencia también comprenden: c) identificar códigos para identificar la estación de base de radio que es capaz de intercambiar información con dicho teléfono móvil en la zona geográfica.

45 **7.** Procedimiento según la reivindicación 5 o la 6 **caracterizado por el hecho de que** comprende la etapa adicional de:

- transmitir dicha posición asignada a dicho teléfono móvil a centros de servicio conectados a dicha red.

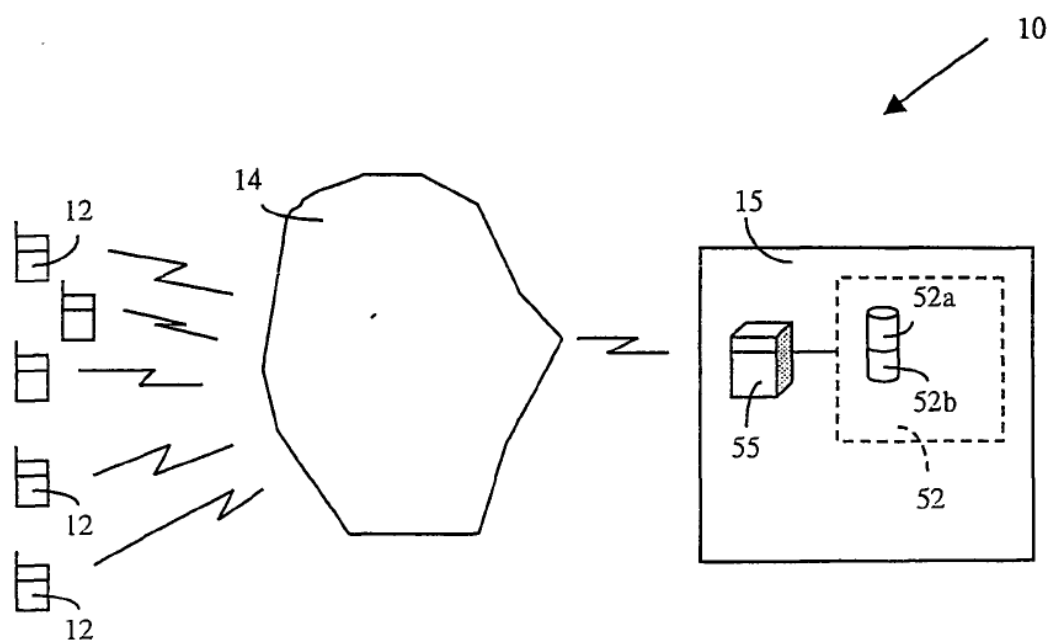


Fig. 1

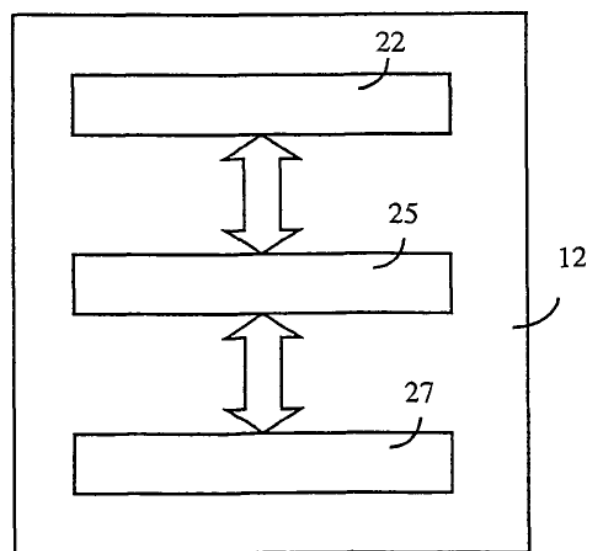


Fig. 2