



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 348 855**

51 Int. Cl.:
G01S 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07802117 .7**

96 Fecha de presentación : **04.09.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2054736**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.05.2009**

54 Título: **Concepto para localizar una posición en una trayectoria.**

30 Prioridad: **20.09.2006 DE 10 2006 044 231**
27.12.2006 DE 10 2006 061 650

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.12.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.12.2010

73 Titular/es: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der Angewandten Forschung e.V.**
Hansastraße 27c
80686 München, DE

72 Inventor/es: **Hupp, Jurgen;**
Meyer, Steffen y
Loidl, Karin

74 Agente: **Arizti Acha, Mónica**

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).

CONCEPTO PARA LOCALIZAR UNA POSICIÓN EN UNA TRAYECTORIA

La presente invención se refiere a un concepto para localizar una posición en una trayectoria, en el que pueden recibirse señales de radio a lo largo de la trayectoria desde transmisores de radio situados de manera fija, como el que puede usarse en particular para la localización o la navegación de dispositivos terminales móviles en una red de comunicación inalámbrica.

Hay disponibles diferentes tecnologías de localización para encontrar personas con dispositivos terminales móviles. El sistema conocido de manera más generalizada para la localización o navegación en exteriores, respectivamente, es el Sistema de Posicionamiento Global basado en satélite (GPS). Para la localización o navegación dentro de edificios o en interiores, respectivamente, se conocen diferentes enfoques, como, por ejemplo, sistemas de infrarrojos, sistemas de RFID o también evaluaciones de intensidad de campo por redes WLAN de IEEE 802.11 (WLAN = *wireless local area network*, red de área local inalámbrica). El sistema GPS en la actualidad solo está disponible de manera fiable en exteriores. Nuevos desarrollos, como receptores de alta sensibilidad o el denominado A-GPS (GPS asistido) representan intentos de hacer que la tecnología pueda usarse también dentro de edificios. Un A-GPS combina el uso del sistema GPS basado en satélite con la recepción de la denominada información de asistencia de redes de radio móvil celular. En la actualidad, estas tecnologías todavía no tienen las precisiones promedio deseadas. Generalmente, los sistemas de infrarrojos y los sistemas de RFID no están disponibles en todos los sitios y están restringidos a condiciones previas específicas.

Debido a la creciente distribución de las redes de radio inalámbricas, que, por ejemplo, se basan en la norma WLAN, estas redes inalámbricas son ideales como base para nuevos métodos de localización.

Los métodos de localización convencionales usados hasta la fecha se basan, por ejemplo, en la triangulación, las relaciones entre vecinos, la lateración a través de medición del tiempo o la lateración a través de la valoración de la intensidad de campo. Estos métodos son métodos de localización en los que o bien tiene que conocerse una posición de estaciones base o transmisores estacionarios o bien en los que ha de realizarse un entrenamiento previo en posiciones típicas en un entorno que ha de cubrir el método de localización.

Guiar a un usuario hasta un destino por medio de un dispositivo móvil se consigue generalmente determinando la posición del dispositivo móvil y del destino. A continuación, puede calcularse una trayectoria que hay que recorrer caminando o conduciendo a partir de la relación de estas dos informaciones.

5 Si, por ejemplo, personas con dispositivos terminales móviles o también sistemas autosuficientes, como, por ejemplo, vehículos automóviles o robots, se encuentran en un entorno extraño y quieren encontrar a otras personas, lugares u objetos definidos o que van a ser guiados hasta los mismos, o, por ejemplo, ser guiados de vuelta a un punto de partida sin explicaciones complicadas del camino, y si
10 o bien no se conocen o bien no están disponibles las respectivas posiciones actuales de las personas y objetos así como un mapa del entorno, respectivamente, los métodos de localización o navegación convencionales anteriormente descritos fracasarán.

El documento de publicación estadounidense US 2005/0113111 A1 da a
15 conocer un concepto mediante cuyo uso un usuario de un dispositivo terminal móvil puede ser guiado a lo largo de una trayectoria recibiendo radiación electromagnética desde transmisores a lo largo de la trayectoria. Antes de eso, hay una fase de entrenamiento en la que se esbozan las características del campo de radio a lo largo de la trayectoria. Durante la fase de guiado, se comparan entonces las características
20 actualmente medidas con características electromagnéticas previamente registradas (denominadas huellas de radio).

La solicitud de patente europea EP 1 109 031 A1 describe un método de localización para una posición actual en un alcance de monitorización limitado, predefinido. Aquí, en posiciones de referencia, en primer lugar se calibran calidades de
25 conexión de referencia. En la localización, la posición que va a localizarse se determina en el contexto de la trayectoria más probablemente cubierta. Esto sucede con la ayuda del algoritmo de Viterbi conocido comparando calidades de conexión medidas con calidades de conexión de referencia previamente entrenadas.

El documento de Kay Connelly *et al.*, "A Toolkit for Automatically Constructing
30 Outdoor Radio Maps", Information Technology: Coding and Computing, 2005, ITCC 2005, International Conference on Las Vegas, NV, EE.UU., describe un concepto para generar material de mapa en forma de huellas de radio en ciertas posiciones de referencia. A este respecto, una unidad de GPS se combina con una tarjeta WiFi empleada por personas que pasan regularmente por una determinada área, como por

ejemplo carteros o policías con el fin de generar datos de referencia.

Basándose en esta técnica anterior, el objeto de la presente invención es ahora proporcionar un concepto mejorado para hallar una posición de personas u objetos.

5 Este objeto se consigue mediante un aparato para localizar una posición según la reivindicación 1, un método para localizar una posición según la reivindicación 14 o un programa informático según la reivindicación 15.

10 La presente invención se basa en el hallazgo de que la posición de un receptor de radio móvil puede localizarse en una trayectoria si la trayectoria está marcada por medio de características de entorno específicas, en particular por medio de la detección de propiedades de señales de radio de transmisores de radio situados de manera fija a lo largo de la trayectoria.

Según realizaciones, esto se realiza determinando las propiedades de las señales de radio de los transmisores de radio situados de manera fija en la posición que ha de determinarse en la trayectoria, en la que, según realizaciones de la presente invención, la determinación de las propiedades se realiza mediante métodos de grabación y valoración en dispositivos terminales móviles o servidores instalados de manera fija que almacenan y valoran, de manera inteligente, las características de entorno específicas. A modo de orientación, se usan señales de radio de diferentes transmisores de radio estacionarios. Según realizaciones de la presente invención, 15 éstos pueden ser estaciones base de WLAN, Bluetooth o GSM. En implementaciones preferidas, una potencia de transmisión de los transmisores de radio estacionarios es constante o al menos aproximadamente constante. Con una potencia de transmisión variable, como sucede, por ejemplo, debido a los denominados mecanismos de control de potencia en un sistema UMTS (UMTS = *universal mobile telecommunications system*, sistema universal de telecomunicaciones móviles) o una red WLAN con regulación de potencia, el concepto de la invención puede aplicarse si se conoce la potencia de transmisión actual de una estación base. 20 25

En la posición que ha de localizarse, según realizaciones, se buscan señales de transmisores de radio estacionarios por medio de un receptor de radio móvil, y se 30 almacena su identificación de red, como, por ejemplo, una dirección MAC (MAC = *media access control*, control de acceso al medio) o un ID de Ethernet o una identificación de célula y una respectiva característica de señal de la señal de radio emitida por el transmisor de radio, como, por ejemplo, una intensidad de campo recibido en el transmisor de radio móvil, un espectro recibido o una distancia señal a

ruido. Una secuencia temporal de las identificaciones de los transmisores de radio estacionarios con sus propiedades de señal medidas asociadas correspondientes a la trayectoria cubierta es característica de esta trayectoria o trayecto, respectivamente. Aquí, el trayecto o la trayectoria se caracteriza meramente por una secuencia temporal de valores de medición, sin indicar la posición en un mapa del entorno en el que estarían integrados estos valores de medición.

Según realizaciones de la presente invención, para poder localizarse a sí mismo en una trayectoria, las propiedades determinadas de las señales de radio de los transmisores de radio situados de manera fija en la posición actual del dispositivo móvil se comparan con propiedades previamente registradas que caracterizan una trayectoria de referencia, que se cubrió con anterioridad, y se buscan coincidencias. Usando las coincidencias, puede determinarse una relación entre la posición y la trayectoria de referencia basándose en un resultado de la comparación de las propiedades determinadas con las propiedades previamente registradas. Es importante que la trayectoria de referencia (también denominada “trayecto”) esté meramente caracterizada por la secuencia temporal de las propiedades determinadas de las señales de radio. Un trayecto puede, en particular, prescindir de referencias posicionales (por ejemplo determinando el trayecto en un sistema de coordenadas).

Según realizaciones de la presente invención, un usuario puede ser guiado en la trayectoria de referencia comparando propiedades de las señales de radio en la posición actual con propiedades previamente registradas de la trayectoria de referencia.

Según realizaciones, un medio para comparar y para determinar una relación entre la posición y la trayectoria de referencia se implementa para determinar una medida de probabilidad que indica con qué probabilidad la posición actual de un usuario que tiene el dispositivo móvil se sitúa en la trayectoria de referencia. Aquí, la trayectoria de referencia puede ser un trayecto a lo largo del cual las propiedades de las señales de radio de los transmisores de radio situados de manera fija a lo largo de la trayectoria ya se habían grabado previamente.

Según una realización adicional de la presente invención, la trayectoria de referencia también puede determinarse buscando puntos de intersección de una pluralidad de trayectos, en la que la posición actual de un usuario y los puntos de intersección hallados se pasan a un algoritmo de encaminamiento, en particular a un algoritmo de encaminamiento basado en el algoritmo de Dijkstra, para calcular la

trayectoria de referencia. Aquí, los puntos de intersección forman los nodos, los trayectos entre los puntos de intersección, los bordes en un gráfico al que se aplica el algoritmo de encaminamiento. A este respecto, un aparato para localizar una posición en una trayectoria según realizaciones comprende un medio para tratar las propiedades determinadas de las señales de radio a lo largo de las trayectorias para filtrar, por ejemplo, valores de RSSI (RSSI = *received signal strength indication*, indicación de intensidad de señal recibida) de las señales recibidas desde los transmisores de radio estacionarios, en particular con un filtro paso bajo. Además, a este respecto se implementa un medio de comparación para comparar parte de las propiedades determinadas de una primera trayectoria con propiedades previamente registradas de una trayectoria de referencia o una segunda trayectoria, respectivamente, en el que la parte se refiere a propiedades determinadas separadas entre sí un múltiplo de la distancia temporal predeterminada en la que se determinaron las propiedades.

Según una realización adicional, la presente invención proporciona un aparato para localizar una posición en un trayecto, en el que, a lo largo del trayecto, pueden recibirse señales de radio desde transmisores de radio situados de manera fija, comprendiendo un medio para medir propiedades de las señales de radio de los transmisores de radio situados de manera fija en la posición, un medio para transmitir las propiedades medidas de las señales de radio a un servidor, y un medio para recibir información de localización desde el servidor, en el que la información de localización se basa en la relación entre la posición y una trayectoria de referencia, en el que la relación se basa en una comparación de las propiedades medidas con propiedades previamente registradas que caracterizan la trayectoria de referencia. Puede tratarse, por ejemplo, de un PDA (PDA = *personal digital assistant*, asistente digital personal) con un mapa de WLAN o un teléfono móvil para recibir las propiedades de las señales de radio. Las propiedades de las señales de radio pueden transmitirse entonces, por ejemplo, a un servidor central para compararse con trayectorias previamente registradas y almacenadas o para realizar una búsqueda de puntos de intersección de una pluralidad de trayectos mediante la comparación y para poder determinar una nueva trayectoria de referencia o información de localización, respectivamente, basándose en ello.

Realizaciones de la presente invención proporcionan un servidor para localizar una posición en un trayecto, en el que, a lo largo del trayecto, pueden recibirse

señales de radio de transmisores de radio situados de manera fija, que comprende un medio para recibir propiedades de las señales de radio de los transmisores de radio situados de manera fija en la posición y un medio para comparar las propiedades recibidas con propiedades previamente registradas que caracterizan una trayectoria de referencia, y para determinar una relación entre la posición y la trayectoria de referencia basándose en un resultado del medio de comparación y un medio para transmitir información de localización, en el que la información de localización se basa en la relación entre la posición y la trayectoria de referencia.

Aquí, el servidor se implementa, por ejemplo, para recibir propiedades de señal medidas por un dispositivo terminal móvil a intervalos predefinidos ΔT , como, por ejemplo, la identificación de red de un denominado punto de acceso o una estación base, así como su intensidad de campo recibido $RSSI_k(i\Delta T)$, en la que k indica un transmisor de radio e i el i -ésimo intervalo de tiempo. Según realizaciones, las propiedades de señal transmitidas por el terminal de usuario pueden almacenarse entonces en una base de datos central, en la que la secuencia temporal de las propiedades de señal medidas caracteriza el camino cubierto o conducido por el terminal de usuario y puede por tanto almacenarse en la base de datos como trayectoria de referencia (en lo sucesivo también denominada "trayecto"). Si el servidor recibe nuevos valores de medición de señales de radio desde un usuario, las propiedades previamente registradas de señales de radio pueden recuperarse de la base de datos para comparar las propiedades de señal correspondientes a la posición actual con las propiedades de señal previamente registradas de una trayectoria de referencia. Basándose en ello, una relación entre la posición actual y la trayectoria de referencia puede indicarse, por ejemplo, en forma de un punto de intersección o una probabilidad de que la posición esté ubicada en el trayecto.

Es una ventaja de la presente invención el hecho de que el concepto de la invención para localizar una posición puede prescindir de referencias posicionales. Por consiguiente, no se requieren mapas de un entorno o una fase de obtención de datos, como, por ejemplo, aprendizaje con denominadas huellas de RF (base de datos con posición de transmisor en trilateración). Un usuario puede ser guiado, por ejemplo, mediante instrucciones intuitivas o mediante visualización (por ejemplo mediante colores que indican el grado de coincidencia de su propio movimiento con el trayecto) o también mediante señales de audio.

Es una ventaja adicional de la presente invención el hecho de que el concepto

de la invención puede entenderse fácilmente con poca experiencia técnica.

Si la comparación de las propiedades determinadas de las señales de radio en la posición con las propiedades previamente registradas que caracterizan una trayectoria de referencia se ejecuta, por ejemplo en un servidor central, se plantean requisitos computacionales mínimos con respecto a un dispositivo terminal móvil, como, por ejemplo, un PDA. Por tanto, el concepto de la invención también puede usarse, aparte de en PDA y teléfonos móviles, para plataformas muy pequeñas sin pantallas, como, por ejemplo, nodos de radio inalámbricos en redes de sensores, iPods, etc.

Una ventaja adicional de la presente invención es que un sistema de localización o navegación de la invención que, por ejemplo, incluye un dispositivo terminal móvil y un servidor, puede usarse en cualquier entorno con redes inalámbricas sin preparación alguna y, adicionalmente, es completamente independiente de una tecnología de red. Un intercambio de información de trayectoria de referencia puede realizarse a través de cualquier red. Para aplicaciones del concepto de la invención que no contienen un guiado hacia un compañero de comunicación del usuario, como, por ejemplo, encontrar el camino de vuelta a un coche, no es necesario un acceso de red ni un servidor para el intercambio de datos, ya que todas las funcionalidades, es decir determinar las propiedades de las señales de radio, comparar las propiedades determinadas con propiedades previamente registradas y determinar la relación entre la posición y la trayectoria de referencia, pueden ejecutarse en el dispositivo terminal móvil.

Una ventaja adicional de la presente invención es que no son necesarios mapas del entorno con coordenadas, que a menudo no están disponibles y tienen que generarse de manera costosa y lenta, en particular para un área en interiores. Con los sistemas de guiado convencionales basados en localización, son necesarios mapas del entorno para poder identificar caminos transitables. De lo contrario, se calcularían rutas que, debido a la presencia de obstáculos, no pueden usarse como trayectos en la práctica. El concepto de la invención se libera de este requisito de mapas del entorno, ya que sólo se consideran trayectos ya cubiertos con éxito por usuarios. En particular, una valoración de distancias de recorrido a pie reales también es posible mediante el concepto de la invención sin mapas del entorno.

Realizaciones preferidas de la presente invención se comentarán a continuación con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

	la figura 1	un diagrama de flujo para ilustrar un método para localizar una posición en un trayecto según una realización de la presente invención;
	la figura 2	una secuencia a modo de ejemplo de paquetes de medición;
5	la figura 3	una ilustración esquemática del modo de funcionamiento de una navegación a través de la localización de una posición en un trayecto según una realización de la presente invención;
	la figura 4	una forma de onda a modo de ejemplo de una señal de radio recibida desde un transmisor de radio situado de manera fija a lo largo de un trayecto;
10	la figura 5	la forma de onda de la figura 4 después de filtrar saltos de señal negativos de la forma de onda;
	la figura 6	una forma de onda filtrada paso bajo de una intensidad de campo recibido de una señal de radio desde un transmisor de radio situado de manera fija antes y después de una interpolación según una realización de la presente invención;
15	la figura 7	una forma de onda filtrada paso bajo y la derivada en el tiempo de la forma de onda;
	la figura 8	una forma de onda ampliada y su derivada en el tiempo para explicar una interpolación según una realización de la presente invención;
20	la figura 9	un diagrama para explicar un algoritmo para búsqueda de puntos de intersección o, respectivamente, para comparar propiedades determinadas con propiedades previamente registradas que caracterizan una trayectoria de referencia, según una realización de la presente invención;
25	la figura 10a	un diagrama para explicar una primera fase del algoritmo ilustrado;
	la figura 10b	un diagrama para explicar una segunda fase del algoritmo ilustrado según una realización de la presente invención;
30	la figura 10c	un diagrama para explicar una tercera fase del algoritmo ilustrado en la figura 10 según una realización de la presente invención;
	las figuras 11a a 11c	diagramas para una explicación más detallada de la

		tercera fase del algoritmo ilustrado según realizaciones de la presente invención;
	la figura 12	un estructograma para valorar resultados de valor superior del algoritmo ilustrado según realizaciones de la presente invención;
5	la figura 13	un estructograma para valorar resultados de valor inferior del algoritmo ilustrado según realizaciones de la presente invención;
	la figura 14	una ilustración de un punto de intersección individual entre dos trayectorias de referencia;
10	la figura 15	una ilustración para explicar el promediado con un único punto de intersección entre dos trayectorias de referencia según una realización de la presente invención;
	la figura 16	una ilustración esquemática de diferentes patrones de movimiento con dos trayectorias de referencia;
	la figura 17	una ilustración esquemática de agrupaciones de la figura 16;
15	la figura 18	dos trayectorias de referencia superpuestas;
	la figura 19	una ilustración de diferentes patrones de movimiento con dos trayectorias de referencia parcialmente superpuestas;
20	la figura 20	una ilustración para una explicación más detallada de una formación de agrupamientos de posibles resultados para puntos de intersección entre trayectorias de referencia según una realización de la presente invención;
	la figura 21	una ilustración esquemática para explicar el seguimiento de una dirección de trayectoria correcta;
25	la figura 22	una ilustración esquemática para explicar los requisitos con respecto a un algoritmo de guiado;
	la figura 23	una ilustración esquemática para explicar las probabilidades que pueden suceder y pueden extraerse según una realización de la presente invención;
30	la figura 24	un diagrama de bloques de la cooperación entre un cliente y un servidor;
	la figura 25	una ilustración esquemática de cuatro trayectorias de referencia a través de una nave; y
	las figuras 26a	a 26d ejemplos de un guiado intuitivo mediante el algoritmo de guiado según realizaciones de la presente invención.

Con respecto a la siguiente descripción, ha de observarse que elementos funcionales similares o aparentemente similares tienen los mismos números de referencia en las diferentes realizaciones y que, por tanto, las descripciones de estos elementos funcionales son mutuamente intercambiables en las diferentes realizaciones ilustradas a continuación.

A continuación, con referencia a las figuras 1 a 24, se describe el concepto de la invención para localizar una posición en un trayecto, en el que señales de radio desde transmisores de radio situados de manera fija pueden recibirse a lo largo de la trayectoria. A este respecto, la figura 1 en primer lugar muestra un diagrama de flujo para ilustrar un método para localizar una posición en un trayecto según una realización de la presente invención.

El método de localización ilustrado en la figura 1 comprende una primera etapa S1 de determinación de propiedades de las señales de radio de los transmisores de radio situados de manera fija en la posición del dispositivo o cliente móvil, respectivamente. Después, según realizaciones, puede seguir una segunda etapa S2 opcional de transmisión de las propiedades determinadas de señales de radio a un servidor. Después de la etapa S2 opcional de transmisión, puede seguir una etapa S3 opcional adicional de recepción de las propiedades determinadas transmitidas de las señales de radio desde el servidor. Después, sigue una etapa S4 de comparación de las propiedades determinadas con propiedades previamente registradas que caracterizan una trayectoria de referencia, y de determinación de una relación entre la posición y la trayectoria de referencia basándose en el resultado de la comparación. Según una realización de la presente invención, basándose en el resultado de la etapa S4, se determina información de localización en una etapa S5, en la que la información de localización se basa en la relación entre la posición y la trayectoria de referencia. Finalmente, según realizaciones, la información de localización puede transmitirse en una etapa S6, por ejemplo desde el servidor central al cliente.

Según realizaciones de la presente invención, la etapa S1 de determinación de las propiedades de señales de radio se realiza por un cliente, como, por ejemplo, un PDA compatible con WLAN, un PDA compatible con Bluetooth o, por ejemplo, también un teléfono móvil. A este respecto, el cliente comprende un medio para determinar o medir las propiedades de las señales de radio de transmisores de radio situados de manera fija, en el que las propiedades se caracterizan generalmente por una identificación de un transmisor de radio situado de manera fija y su característica de

señal, como, por ejemplo, una intensidad de campo recibido, un espectro recibido o una distancia señal a ruido recibida. La identificación o una característica identificadora, respectivamente, de un transmisor de radio situado de manera fija puede ser, por ejemplo, su dirección MAC o una identificación de célula.

5 Durante un movimiento a lo largo de una trayectoria o a lo largo de una ruta, las propiedades de las señales de radio de los transmisores de radio situados de manera fija se determinan a intervalos predefinidos ΔT y se combinan para dar denominados paquetes de medición según su tiempo de determinación $t=i\Delta T$. Esto se ilustra en la figura 2.

10 A modo de ejemplo, la figura 2 muestra tres paquetes de medición de una red WLAN, MP(1), MP(2), MP(3), sucesivos en el tiempo, es decir $i=1,2,3$, en el que un paquete de medición MP(i) siempre comprende una pluralidad de direcciones 22 MAC y valores de RSSI asociados, $RSSI_k(i)$, en los que el índice k señala al k-ésimo transmisor de radio. Es decir, para cada intervalo de tiempo i, que puede situarse en
15 un intervalo de 10 milisegundos a 10 segundos según realizaciones, las direcciones MAC de los transmisores de radio situados de manera fija y sus valores de RSSI, $RSSI_k(i)$, recibidos por el cliente se combinan con un paquete de medición MP(i).

Se hace referencia a las propiedades electromagnéticas en cada posición o en cada punto de medición como las denominadas huellas de radio ya que éstas
20 habitualmente identifican de manera unívoca este punto de medición. Si un cliente camina a lo largo de un trayecto y registra los paquetes de medición MP(i) a lo largo de este trayecto en los puntos de tiempo $t=i\Delta T$, entonces estos paquetes de medición MP(i) caracterizan de manera unívoca la trayectoria cubierta. Esto se muestra a modo de ejemplo con referencia a la figura 3.

25 En la figura 3, dos clientes A y B están moviéndose, por ejemplo dentro de un edificio. El trayecto designado por el número de referencia 30 conecta las posiciones de los clientes A y B y la posición del punto de intersección IP de los dos trayectos entre sí. La línea designada por el número de referencia 32 designa el trayecto del cliente A, y la línea designada por el número de referencia 34 designa el trayecto del
30 cliente B.

Un trayecto representa la totalidad de todos los paquetes de medición MP(i) determinados en su orden de generación. Un paquete de medición MP(i) representa de nuevo las propiedades electromagnéticas de la ubicación en la que éste se solicitó o midió, respectivamente. Por ejemplo, cada $\Delta T = 200$ ms, se determina un nuevo

paquete de medición MP(i). A través de los trayectos 32 y 34 hay una conexión entre las rutas [A,IP] y [B,IP]. Por tanto, las posiciones de los clientes A, B y el punto de intersección IP tienen una determinada relación entre sí. Se trata, por ejemplo, de un número de paquetes de medición o un tiempo que puede derivarse de los mismos, respectivamente. Si, por ejemplo, la posición del cliente A se sitúa en una coordenada 0, la coordenada de IP resulta del número de paquetes de medición de A a IP y la coordenada de B del número de paquetes de medición de A a IP más el número de paquetes de medición de IP a B.

Dado que las posiciones de A, B e IP ilustradas en la figura 3 están conectadas mediante trayectos caracterizados por paquetes de medición MP(i), y un paquete de medición MP(i) representa al menos indirectamente una posición geográfica, una primera condición por la que se define generalmente la navegación, es decir la capacidad de poder determinar una posición geográfica, debería cumplirse por tanto. Una segunda condición requiere calcular una ruta entre A y B. Finalmente, una tercera condición requiere un guiado desde A hasta B. Tanto el cálculo de la ruta como el guiado a través de un algoritmo de guiado se describirán a continuación. Según realizaciones de la presente invención, un cliente puede transmitir paquetes de medición determinados por el mismo, por ejemplo a un servidor central, según la etapa S2 opcional. Si el servidor recibe las propiedades características transferidas al mismo por el cliente (etapa S3 opcional), éste puede comparar las propiedades determinadas con propiedades previamente registradas que caracterizan una trayectoria de referencia ya cubierta, y determinar una relación entre la posición y la trayectoria de referencia basándose en un resultado de la comparación (etapa S4). A este respecto, según realizaciones, un cliente tiene un medio para medir propiedades de señales de radio de los transmisores de radio situados de manera fija en la posición, un medio para transmitir las propiedades medidas a un servidor y adicionalmente un medio para recibir información de localización desde el servidor, en el que la información de localización se basa en la relación entre la posición y una trayectoria de referencia, en el que la relación basa en una comparación de las propiedades medidas con propiedades previamente registradas que caracterizan la trayectoria de referencia. Por consiguiente, según realizaciones, un servidor comprende un medio para obtener propiedades de señales de radio de los transmisores de radio situados de manera fija en la posición y un medio para comparar las propiedades determinadas con propiedades previamente registradas que caracterizan una trayectoria de referencia y

para determinar una relación entre la posición y la trayectoria de referencia basándose en un resultado de la comparación.

El concepto de la invención puede usarse, por ejemplo, de modo que compañeros de comunicación que tienen dispositivos terminales con, por ejemplo, una interfaz de WLAN de IEEE 802.11 puedan encontrarse el uno al otro dentro de un área limitada. Con este fin, se instala una red WLAN en el área limitada. Los dispositivos terminales pueden por tanto comunicarse entre sí y además determinar una intensidad de campo recibido desde estaciones base o puntos de acceso, respectivamente. La comunicación también puede, sin embargo, ejecutarse a través de cualquier otra tecnología. El hecho de encontrarse el uno al otro tiene lugar haciendo corresponder o comparando intensidades de campo recibido. Con la información sobre posiciones aproximadas o precisas, respectivamente, y opciones de comunicación posiblemente disponibles, resulta posible encontrarse el uno al otro. Aquí, comparando el historial de valores de medición o paquetes de medición MP(i) de dos compañeros de comunicación (clientes), se determinan puntos de intersección entre los respectivos trayectos de los clientes para a continuación poder dirigir a ambos clientes el uno hacia el otro por la trayectoria más corta posible, tal como se ilustra esquemáticamente en la figura 3.

Básicamente, una búsqueda de puntos de intersección IP es una búsqueda de paquetes de medición similares en los trayectos amplios. Por tanto, un punto de intersección define una ubicación o una posición en la que ambos clientes A y B ya han estado.

La figura 2 muestra una situación de partida para una búsqueda de puntos de intersección, es decir un trayecto en su formato bruto de paquetes de medición MP(i). Como ya se describió anteriormente, la información acerca de la distancia en forma de un número de paquetes de medición entre el punto A e IP y también B e IP es importante para la navegación o localización indirecta, respectivamente. Es por ello que a cada paquete de medición MP(i) se le añade en primer lugar la extensión del número i de su posición dentro del trayecto.

Si se considera una forma de onda del valor de RSSI recibido en dBm de un transmisor de radio situado de manera fija o punto de acceso k, resulta una forma de onda tal como se ilustra a modo de ejemplo en la figura 4. Los números de posición i (número de medición) de los paquetes de medición MP(i) se trazan en la abscisa de la figura 4. Estos valores pueden convertirse también directamente en un tiempo ya que,

en un intervalo de medición de, por ejemplo, $\Delta T = 200$ ms, exactamente cinco paquetes de medición se determinan en un segundo.

En la forma de onda ilustrada en la figura 4 puede determinarse cierto ruido, que tiene un efecto negativo sobre los resultados de una posterior búsqueda de puntos de intersección. El motivo de esto es que en la búsqueda de paquetes de medición similares en una trayectoria de referencia, los valores de RSSI, $RSSI_k(i)$, de respectivos puntos de acceso k de un paquete de medición se comparan entre sí. La información realmente relevante encuentra en la envolvente de la señal de RSSI, que es por lo que la finalidad del tratamiento de la señal es aproximarse a esta envolvente tanto como sea posible. Según realizaciones, el tratamiento tiene lugar a través de un medio de tratamiento de las propiedades determinadas de las señales de radio. Aquí, el medio para el tratamiento, dependiendo de la aplicación, puede estar ubicado en el lado del cliente, en el lado del servidor, o en ambos lados.

Es importante que tanto las formas de onda $RSSI_k(i)$ de los puntos de acceso k individuales de un trayecto no difieran con respecto a su longitud, como que un valor de RSSI, $RSSI_k(i)$, esté asociado con cada número de medición i. El caso de “salto negativo” designado a modo de ejemplo por el número de referencia 40 en la figura 4 sucede, por ejemplo, cuando, debido a una sobrecarga, un punto de acceso no puede proporcionar una correspondiente señal de radio para la determinación del valor de RSSI en el cliente. Si sucede este caso, el medio para el tratamiento según una realización de la presente invención, se implementa para insertar un denominado valor por defecto para este hueco. Es decir, el medio para el tratamiento se implementa para asignar una propiedad de señal predeterminada a una señal de radio de un transmisor de radio estacionario, si no puede determinarse ninguna propiedad de señal por el transmisor de radio, para obtener el mismo número de propiedades determinadas cada una para cada intervalo de tiempo para diferentes transmisores de radio en la posición. Si las propiedades de señal son valores de RSSI y el transmisor de radio es un punto de acceso de WLAN, según una realización de la presente invención, por ejemplo se inserta -90 dBm como valor por defecto. Aparte de esto, si un punto de acceso dentro de un trayecto solo es visible durante un tiempo breve, este valor por defecto se ajusta como el valor de medición para este punto de acceso en todos los demás tiempos de medición. De este modo, puede garantizarse que todas las formas de onda medidas de diferentes puntos de acceso tienen la misma longitud.

Según realizaciones, un caso de “salto negativo” designado por el número de

referencia 40 en la figura 4 se caracteriza porque dos valores de RSSI adyacentes, $RSSI_k(i)$ y $RSSI_k(i+1)$, difieren en la medida en que el valor de RSSI en la posición $i+1$ es menor en al menos un valor predeterminado que el valor de RSSI en la posición i . Según una realización de la presente invención, el valor predeterminado $\Delta RSSI_k =$

5 12 dB. Para poder garantizar que sólo se eliminan mediante filtrado “valores atípicos” relativamente estrechos o cortos hacia abajo, la equiparación de dos valores de RSSI adyacentes, $RSSI_k(i)$ y $RSSI_k(i+1)$ se repite, según una realización de la presente invención, sólo dos veces como máximo en una fila para eliminar mediante filtrado el salto negativo, incluso aunque todavía se cumpla la condición $RSSI_k(i+1) < (RSSI_k(i) -$

10 $\Delta RSSI_k)$.

Una forma de onda en la que se han eliminado mediante filtrado saltos negativos, según se ha descrito anteriormente, mediante tratamiento de señal, se ilustra a modo de ejemplo en la figura 5. La figura 5 muestra la forma de onda de RSSI de la figura 4, pero sin los saltos de señal negativos al valor por defecto de -90 dBm,

15 sin embargo. Esto se designa, a modo de ejemplo, mediante el número de referencia 50, en el que $RSSI_k(i) = RSSI_k(i+1)$.

Según una realización de la presente invención, el medio para el tratamiento comprende un filtro paso bajo para permitir suavizar la curva de señal de RSSI ilustrada en la figura 5 por medio del filtro paso bajo. El filtro paso bajo se encarga de

20 eliminar partes de ruido indeseadas de la señal. Según una realización de la presente invención, un filtro de Butterworth paso bajo, realizado de manera discreta, de 2º orden se usa como filtro paso bajo. Un filtro de Butterworth paso bajo se distingue por el hecho de que su función de transmisión por debajo de una frecuencia de corte f_g discurre horizontalmente durante un tiempo relativamente largo y sólo entonces cae

25 abruptamente. Esto es ventajoso para permitir ajustar la frecuencia de corte f_g lo más baja posible incluso con un filtro paso bajo de Butterworth de orden bajo. Según realizaciones, la frecuencia de corte f_g está en un intervalo de $0,2$ Hz a $0,3$ Hz. La curva designada por el número de referencia 52 en la figura 5 describe la forma de onda de la señal 54 con ruido filtrada paso bajo en la que ya se han eliminado saltos

30 40 negativos según se describió anteriormente.

A veces, los mapas de WLAN tienen el problema de que no se realizan mediciones de intensidad de campo durante un cierto tiempo. En este caso, sin embargo, un mapa de WLAN ajusta el valor de RSSI determinado por última vez como el valor por defecto hasta que vuelva a funcionar la medición de intensidad de campo.

Este problema de un hueco de medición más grande se designa por el número de referencia 42 en la figura 4. Debido al hecho de que un mapa de WLAN no funciona correctamente en el área 42 del hueco de medición, tal hueco de medición muestra en la respectiva forma de onda de RSSI, $RSSI_k(i)$ de todos los puntos de acceso ubicados dentro del alcance del mapa de WLAN. Este problema es más evidente cuando se considera una forma de onda 52 de una señal de RSSI ya filtrada paso bajo, tal como se ilustra en la figura 6.

La forma de onda 52 describe en este caso erróneamente una caída 60 de la señal debido a un hueco de medición por un fallo de medición, lo que influiría enormemente en los resultados de la subsiguiente búsqueda de puntos de intersección. Para poder evitar una corrupción de la búsqueda de puntos de intersección, tal caída 60 de la señal debido a fallos de medición debe detectarse y una forma de onda debe por consiguiente interpolarse en esas posiciones, tal como se ilustra mediante el número de referencia 62. Para que pueda ejecutarse tal interpolación adicional, el medio para el tratamiento comprende además un medio para interpolar la forma de onda promedio. A este respecto, en primer lugar debe detectarse de manera fiable el área exacta de tal área que resulta de un hueco de medición. Inclinationes relativamente grandes de la forma de onda son características de estas posiciones (en la figura 6 entre los números de medición $i=40$ a $i=60$ e $i=65$ a $i=80$), lo que permite una conclusión en cuanto a valores altos de la primera derivada de la forma de onda 52 con respecto al tiempo.

La figura 7 muestra una forma 70 de onda con un hueco grande designado por el número de referencia 72. Además, la figura 7 muestra la forma de onda de la primera derivada con respecto al tiempo de la señal 70, designada por el número de referencia 74.

Para un valor inicial y final de una línea recta de interpolación con un hueco grande en la forma 70 de onda, se requieren correspondientes puntos de inflexión en la forma de onda. Estos puntos de inflexión también pueden determinarse mediante la detección de cruces por cero en la forma de onda de la primera derivada 74.

A continuación, con referencia a la figura 8, se explicará la manera de hallar un área de hueco de medición para una interpolación, según una realización de la presente invención.

A este respecto, la figura 8 muestra una sección ampliada de las formas 70 y 74 de onda de la figura 7, en el que la forma 70 de onda es la forma de onda de los

valores de RSSI filtrados paso bajo y la forma 74 de onda es la correspondiente primera derivada de la forma 70 de onda. La figura 8 muestra un primer cruce por cero $zc1$, un segundo cruce por cero $zc2$ y un tercer cruce por cero $zc3$ de la señal 74 de la derivada. Además, la figura 8 muestra un máximo $maxDer$ entre el segundo cruce por cero $zc2$ y el tercer cruce por cero $zc3$ de la señal 74 de la derivada y un mínimo $MinDer$ entre el primer cruce por cero $zc1$ y el segundo cruce por cero $zc2$ de la señal 74 de la derivada.

Con el fin de hallar un área de hueco de medición para la interpolación, según realizaciones, un mínimo $MinDer$ y un máximo $maxDer$ de la señal 74 de la derivada se buscan entre tres cruces por cero adyacentes, $zc1$, $zc2$ y $zc3$. La condición previa para una interpolación es que se cumplan dos condiciones.

Si $MaxDer$ y $MinDer$ son, cada uno, mayor o menor que determinados valores límite, se considera que se cumple una primera relación. Según realizaciones de la presente invención, los criterios usados son $MaxDer > X_1$ y $MinDer < X_2$ o $MaxDer > X_3$ y $MinDer < X_4$.

En otras palabras, el medio para el tratamiento comprende por tanto además un medio para interpolar la forma 70 de onda promedio, en el que el medio para la interpolación se implementa para interpolar la forma 70 de onda promedio cuando un máximo $maxDer$ entre un segundo $zc2$ y un tercer cruce por cero $zc3$ de la derivada 74 de la forma de onda es mayor que X_1 , y un mínimo $minDer$ entre un primer $zc1$ y el segundo cruce por cero $zc2$ de la derivada 74 de la forma de onda es menor que X_2 , o el máximo ($maxDer$) entre el segundo $zc2$ y el tercer cruce por cero $zc3$ de la derivada 74 de la forma de onda es mayor que X_3 y el mínimo ($minDer$) entre el primer $zc1$ y el segundo cruce por cero $zc2$ de la derivada 74 de la forma de onda es menor que X_4 .

Según realizaciones, $X_1 = 0,5$, $X_2 = -1$, $X_3 = 1$ y $X_4 = -0,5$. Obviamente, también son posibles otros valores.

Para cumplir la segunda condición, una suma $d_1 + d_2$ debe ser mayor que, por ejemplo, 10 dB, de modo que sólo se procesan huecos más grandes, en el que $d_1 = |RSSI_m| = |RSSI_{inicio}|$, y $RSSI_m$ indica el valor de RSSI de la señal 70 en el segundo cruce por cero $zc2$ de la señal 74 de la derivada y $RSSI_{inicio}$ indica el valor de RSSI de la señal 70 en la posición del primer cruce por cero $zc1$ de la señal 74 de la derivada para el inicio de la interpolación. d_2 resulta de $d_2 = |RSSI_m| - |RSSI_{final}|$, en el que $RSSI_{final}$ indica el valor de RSSI de la señal 70 en la posición del tercer cruce por cero $zc3$ de la señal 74 de la derivada para el final de la interpolación.

Si se cumplen los dos criterios mencionados anteriormente, la interpolación puede ejecutarse. Esto se implementa según realizaciones sustituyendo todos los valores de RSSI en un intervalo entre el inicio i_{inicio} de la interpolación según el número de medición para el primer cruce por cero $zc1$ y el final i_{final} de la interpolación según el número de medición para el cruce por cero $zc3$ con valores de RSSI calculados según

$$RSSI(i) = RSSI_{\text{inicio}} + \frac{(RSSI_{\text{final}} - RSSI_{\text{inicio}})}{(i_{\text{final}} - i_{\text{inicio}})} (i - i_{\text{inicio}}) \quad (1)$$

Los cruces por cero de la señal 74 en el área del número de medición 110 en la figura 8 no se consideran, según realizaciones, ya que de lo contrario la interpolación requerida no se ejecutaría correctamente. Con el fin de realizar esto, se valora la distancia entre dos cruces por cero adyacentes. Si la distancia es demasiado pequeña, estos cruces por cero se indican. Dependiendo de si el número de cruces por cero que se sitúan demasiado cerca entre sí es par o impar, o bien todos ellos se eliminan o bien se reducen a un cruce por cero. En el caso ilustrado en la figura 8, el número es dos (con borde ascendente y decreciente), y por tanto ambos cruces por cero se eliminan de la cantidad de cruces por cero.

Como ya se describió anteriormente, la posición en un trayecto también puede ser un punto de intersección entre dos trayectos. Si ha de hallarse un punto de intersección IP entre dos trayectos, en principio, cualquier paquete de medición $MP_1(i)$ de un primer trayecto puede compararse con cada paquete de medición $MP_2(i)$ del segundo trayecto. Esto puede incluir una alta cantidad de computación. Por tanto, según realizaciones, al comparar las propiedades determinadas con propiedades previamente registradas, se compara sólo parte de las propiedades determinadas con las propiedades previamente registradas de una trayectoria de referencia, en el que la parte consiste en propiedades determinadas que se sitúan alejadas entre sí un múltiplo de la distancia de tiempo predefinida ΔT en la que se determinaron las propiedades. Por ejemplo, sólo se busca cada décimo paquete de medición del trayecto en todos los paquetes de medición del segundo trayecto. A este respecto, la figura 9 muestra esquemáticamente un proceso para comparar o buscar puntos de intersección, respectivamente, según una realización de la presente invención.

La figura 9 muestra tres fases de un algoritmo de búsqueda de puntos de intersección o algoritmo de IP, respectivamente, ejecutado en la etapa S4 de comparación mediante un medio de comparación.

Un paquete 92 de medición buscado, MP_{buscado} , de un primer trayecto y la

totalidad de todos los paquetes 96 de medición, MP*, del segundo trayecto se suministran a una primera fase 90. Mediante la comparación del paquete 92 de medición buscado, MPbuscado, con los paquetes 94 de medición, MP*, del segundo trayecto o la trayectoria de referencia, respectivamente, se facilitan cantidades de resultados RQ1a y RQ1b en la salida de la primera fase 90 de comparación, en el que la cantidad de resultados RQ1a tiene una calidad más baja que la cantidad de resultados RQ1b.

Según realizaciones, la cantidad de resultados RQ1a puede suministrarse a una segunda fase 98 de comparación para comparar los paquetes de medición de la cantidad de resultados RQ1a con el paquete 92 de medición buscado, MPbuscado, y después proporcionar una cantidad de resultados RQ2 en la salida de la segunda fase 98 de comparación.

Según realizaciones adicionales de la presente invención, la cantidad de resultados RQ1a de la primera fase 90 de comparación junto con el paquete 92 de medición buscado, MPbuscado, pueden suministrarse a una tercera fase 102 de comparación para obtener en su salida una cantidad de resultados RQ3a y una cantidad de resultados RQ3b adicional, en el que la cantidad de resultados RQ3b comprende una calidad más alta que la cantidad de resultados RQ3a.

Cada una de las tres fases 90, 98, 102 de comparación requiere en su entrada el paquete 92 de medición buscado, MPbuscado, y una cantidad de paquetes de medición, con las que el MPbuscado puede compararse. Si existe un cierto grado de similitud de un paquete de medición MP* de la cantidad de paquetes de medición con respecto al MPbuscado, entonces el respectivo paquete de medición MP de la cantidad de referencia se introduce en la cantidad de resultados de la respectiva fase. Al paquete de medición de referencia MP* se le añade una extensión de la información relativa a su similitud, lo que se designa por las diferentes subcantidades a y b en la salida de la primera fase 90 de comparación y la tercera fase 102 de comparación. La subcantidad de resultados b describe en este caso respectivamente una calidad más alta que la subcantidad de resultados a. Ha de observarse que todos los resultados de la primera fase 90 de comparación se pasan a la segunda 98 y a la tercera fase 102 de comparación. Las tres fases de comparación son diferentes con respecto al tipo de método de filtrado, en que los criterios de filtrado de la primera fase 90 de comparación son significativamente más blandos. La primera fase 90 de comparación sirve por tanto más bien como una fase previa para las otras dos fases 98 y 102 de

comparación. Puesto que la segunda fase 98 de comparación y la tercera fase 102 de comparación son básicamente diferentes con respecto a su modo de funcionamiento, los respectivos resultados pueden verificarse por la otra fase respectiva. Si es posible, según realizaciones, los resultados de la segunda fase 98 de comparación se usan
 5 adicionalmente. En principio, se prefiere siempre el resultado con la calidad más alta.

A continuación, con referencia a las figuras 10a – c, se comentarán los modos de funcionamiento de las fases 90, 98 y 102 individuales y la subsiguiente valoración de los resultados.

La figura 10a muestra una ilustración de un paquete 92 de medición buscado, MPbuscado, y un paquete de medición MP* de la cantidad de referencia 94.
 10

Como ya se describió anteriormente, según realizaciones, la primera fase 90 de comparación se distingue por criterios de filtrado relativamente blandos y forma una cantidad de resultados RQ1, con la que la segunda fase 98 de comparación y la tercera fase 102 de comparación pueden continuar operando. Aquí, RQ1 incluye las
 15 dos cantidades de resultados RQ1a y RQ1b. En la figura 10a, sólo se ilustran los puntos de acceso del MPbuscado y los MP* cuyos valores de RSSI se encuentran entre los N más altos del respectivo paquete de medición. Según realizaciones, se selecciona N=5. Además, se clasifican en un orden descendente, de modo que el punto de acceso con el valor de RSSI más alto está más hacia la parte superior. Para
 20 simplificar la ilustración, en lo sucesivo tanto MPbuscado como MP* se reducen cada uno a cinco puntos de acceso, en el que, por supuesto, también son posibles más o menos puntos de acceso en cada caso.

El filtrado de la primera fase 90 de comparación consiste, en primer lugar, en comprobar cuántos puntos de acceso de MPbuscado están contenidos en MP*. Según
 25 una realización de la presente invención, deben cumplirse las siguientes cuatro condiciones para pasar la primera fase 90 de comparación:

1. Al menos N-1 puntos de acceso de MPbuscado deben estar contenidos en MP*.
2. El punto de acceso con mayor intensidad de MPbuscado tiene que estar
 30 entre los dos con mayor intensidad de MP*.
3. El N-ésimo punto de acceso con mayor intensidad de MPbuscado no puede estar entre los dos con mayor intensidad de MP*.
4. El segundo punto de acceso con mayor intensidad de MPbuscado tiene que estar entre los N-1 más altos de MP*.

Si se considera que se cumplen estas cuatro condiciones, el paquete de medición de referencia MP^* se asignará a una de las dos cantidades de resultados RQ1a o RQ1b, respectivamente, dependiendo del número de puntos de acceso contenidos de manera común en los dos paquetes de medición MPbuscado y MP^* . Si en este caso hay N coincidencias, se tratará de la cantidad de resultados RQ1b según realizaciones, de lo contrario de la cantidad de resultados RQ1a. El suministro a las diferentes cantidades de resultados significa que a MP^* se añade la extensión de la información de su similitud con MPbuscado.

Aparte de la tercera fase 102 de comparación, la segunda fase 98 de comparación es una fase con criterios de filtrado más duros en comparación con la fase 90 y reduce la cantidad de resultados RQ1 que pasan por la fase 90 a aquellos paquetes de medición que tienen una respectiva similitud o calidad, respectivamente, con respecto al paquete 92 de medición buscado, MPbuscado. La figura 10a muestra a modo de ejemplo un paquete 92 de medición buscado, MPbuscado, que tiene cinco puntos de acceso y un paquete de medición de referencia MP^* , que se origina a partir de la cantidad de resultados RQ1 de la primera fase 90 de comparación. El filtrado de la segunda fase 98 de comparación se basa en una comparación de los valores de RSSI de los puntos de acceso o los transmisores de radio, respectivamente, contenidos de manera común en los dos paquetes de medición, MPbuscado y MP^* . Puesto que, tal como ya se ha descrito anteriormente, los transmisores de radio ya están ordenados en un orden descendente de sus valores de RSSI, en la figura 10b el punto de acceso AP4 y el punto de acceso AP6 representan los dos transmisores de radio con mayor intensidad del paquete 92 de medición buscado, MPbuscado. Por consiguiente, la diferencia en magnitud d_1 de los valores de RSSI de AP4 de MPbuscado y MP^* y la diferencia en magnitud d_2 de los valores de RSSI de AP6 de MPbuscado y MP^* se ponderan el doble, con el fin de tener en cuenta que los valores de RSSI pueden medirse con mayor precisión cuanto mayores son. Aquí, d_x indica la magnitud de las diferencias entre los valores de RSSI de los respectivos transmisores de radio de MPbuscado y MP^* , en el que $x = 1, \dots, 5$, siendo la intensidad del transmisor de radio en MPbuscado decisiva para x . La ponderación anteriormente descrita es relevante para la determinación de d_m , el valor promedio de las diferencias en magnitud d_x . Si, tal como se ilustra en la figura 10b, sólo se determinan cuatro coincidencias en la primera fase 90 de comparación, d_m se determina, por ejemplo, por medio de

$$d_m = \frac{2d_1 + 2d_2 + d_3 + d_4}{6}, \quad (2)$$

de lo contrario, por ejemplo, por medio de

$$d_m = \frac{2d_1 + 2d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{7}. \quad (3)$$

Evidentemente, son posibles otras formas de ponderación de la diferencia en magnitud d_x para formar el valor promedio d_m . Por tanto, una desviación estándar σ de las diferencias en magnitud d_x entre los valores de RSSI de los respectivos transmisores de radio respecto a su valor promedio d_m es resultado de

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{x=1}^N (d_x - d_m)^2}, \quad (4)$$

donde N indica el número de coincidencias entre MPbuscado y MP*. Si σ se mantiene por debajo de un determinado límite, MP* tiene una similitud respecto a MPbuscado requerida después de la segunda fase 98 de comparación y se asigna a la cantidad de resultados RQ2 de la segunda fase 98 de comparación.

El medio de comparación comprende por tanto una segunda fase 98 de comparación que se implementa, usando la cantidad de resultados de la primera fase 90 de comparación, para determinar una desviación estándar σ entre los resultados de la cantidad de resultados y el paquete de medición buscado según la ecuación (4), en la que d_x indica una magnitud de la diferencia entre valores de RSSI de dos transmisores de radio estacionarios idénticos del paquete de medición buscado, MPbuscado, y un paquete de medición de referencia MP* de la cantidad de resultados RQ1 de la primera fase de comparación, y d_m indica un valor promedio de las diferencias d_x .

La figura 10c muestra una situación de partida para la tercera fase 102 de comparación. Esta situación de partida es la misma para la tercera fase 102 y para la segunda fase 98 de comparación, lo que significa que MP* procede de la cantidad de resultados RQ1 de la primera fase 90 de comparación y que MPbuscado y MP* se clasifican cada uno en un orden decreciente según los valores de RSSI de los transmisores de radio contenidos en los paquetes de medición, y que al menos cuatro transmisores de radio de MPbuscado están también contenidos en MP*. La tercera fase 102 de comparación, similar a la primera fase 90 de comparación, se basa en una valoración de ciertas relaciones entre los transmisores de radio con respecto a sus posiciones del respectivo paquete de medición, en el que en este caso la comparación

se realiza según criterios más duros. En principio, puede decirse que se comprueba en este caso si la posición de un transmisor de radio de MPbuscado corresponde a la posición del transmisor de radio en MP*. Si, según se indica en la figura 10c, por ejemplo tres coincidencias están contenidas, existe una similitud requerida entre los paquetes de medición de la fase. Si, por ejemplo, existen cuatro o cinco coincidencias, eso se diferenciará adicionalmente. El número de coincidencias decide básicamente si un resultado se asigna a la cantidad de resultados RQ3a (por ejemplo tres coincidencias) o RQ3b (más de tres coincidencias).

Sin embargo, en general, este procedimiento puede mostrar debilidades, cuando los valores de RSSI, $RSSI_k(i)$, de los respectivos transmisores de radio recibidos por un cliente son altos de manera similar en posiciones dentro de una red de radio. Básicamente, puede decirse que cuanto menor es una diferencia entre dos valores de RSSI, menos se valorará la importancia de una relación entre dos transmisores de radio según se comprueban aquí. Para contrarrestar este hecho, según realizaciones, cuando las diferencias de los valores de RSSI son demasiado bajas, se forman bloques dentro de MPbuscado que después se procesan por separado. Este procedimiento se ilustra en la figura 11a.

Los bloques ilustrados en la figura 11a sólo se refieren a MPbuscado. Los números 1 a 5 indicados en los respectivos bloques representan las posiciones de orden de los transmisores de radio con respecto a sus valores de RSSI. Según realizaciones, la diferencia máxima de los valores de RSSI entre el respectivo primero y el respectivo último de un que corresponde a 1,7 dB. El valor para la diferencia máxima de los valores de RSSI entre el respectivo primero y el respectivo último de un bloque, que preferiblemente ha de seleccionarse, depende básicamente de propiedades de la tecnología utilizada. Si, según se indica mediante el número de referencia 110, puede determinarse un bloque de cinco o un bloque de cuatro (112a, 112b) en MPbuscado, entonces la tercera fase 102 de comparación permanece bloqueada para el paquete de medición MPbuscado correspondientemente buscado, ya que una diferenciación adicional no conducirá a una mejora significativa en comparación con la primera fase 90 de comparación. En principio, estos dos casos requieren una densidad de transmisores de radio muy alta y se detectará por tanto con bastante poca frecuencia.

Además, según realizaciones de la presente invención, la tercera fase 102 de comparación estará bloqueada para un paquete de medición buscado, MPbuscado, en

caso de que los valores de RSSI del transmisor de radio en la posición 1 y el transmisor de radio en la posición 4 en MPbuscado no difieran en más de 8 dB según realizaciones. Aquí, la invención tampoco está limitada a este valor, ya que este valor puede seleccionarse dependiendo de circunstancias, como, por ejemplo, una tecnología de red de radio utilizada.

Si se determina un bloque de tres (114a, 114b, 114c), según realizaciones, sólo se requiere que un cierto transmisor de radio de MP* forme parte del bloque en MPbuscado, si este transmisor de radio se sitúa en una posición dentro de MP* que está limitada por este bloque con respecto a su posición. Este procedimiento se explicará con más detalle con referencia a la figura 11b.

En el ejemplo ilustrado en la figura 11b, con respecto a la formación de bloques, AP4, AP6 y AP15 podrían combinarse en un bloque de tres. AP4 de MP* puede ser, por consiguiente, o bien el primero, o bien el segundo o bien el tercero dentro de MPbuscado. Lo mismo se aplica para AP2 o AP7, respectivamente. En un bloque de dos, el procedimiento es el mismo que en un bloque de tres.

Una relación característica adicional entre dos transmisores de radio que están uno encima de otro en cuanto a sus valores de RSSI es una diferencia relativamente grande de los valores de RSSI. Por tanto, una coincidencia ya determinada, según realizaciones, puede volverse a devaluar, si esta diferencia de MPbuscado no se refleja en una cantidad similar en MP*. Estas circunstancias se ilustran para una explicación más detallada en la figura 11c.

Con el fin de valorar esta relación entre dos transmisores de radio que están uno encima de otro en cuanto a sus valores de RSSI, según realizaciones, en MPbuscado, dos transmisores de radio adyacentes deberían diferir en al menos 8 dB. Si éste fuera el caso, entonces, según realizaciones, la diferencia entre los mismos dos transmisores de radio en MP* debería ser preferiblemente dos tercios de la diferencia de MPbuscado. Esta situación se ilustra en la imagen parcial de la izquierda en la figura 11c. Puesto que AP4 y AP6 de MPbuscado difieren en 10 dB, estos dos transmisores de radio están separados al menos $10 \text{ dB} \cdot \frac{3}{2} = 6,6 \text{ dB}$ en MP*. Puesto que éste no es el caso en el ejemplo ilustrado en la figura 11c, una de las ya cinco coincidencias se borra de nuevo. Si, según se ilustra en la imagen parcial de la derecha de la figura 11c, dos transmisores de radio de MPbuscado están separados más de 12 dB, la tercera fase 102 de comparación para este paquete 92 de medición buscado, MPbuscado, se bloquea si la distancia requerida en MP* no se alcanza.

La precisión de la segunda fase 98 de comparación generalmente no puede alcanzarse por la tercera fase 102 de comparación. Sin embargo, con un deterioro de las condiciones límite, en particular con el uso de dos tarjetas de radio diferentes, la tercera fase 102 de comparación todavía proporciona buenos resultados.

5 En una valoración de la cantidad de resultados determinada hasta ahora por las fases 92, 98 y 102 de comparación, las cantidades de resultados determinadas hasta ahora se consideran de una manera más diferenciada con el fin de aumentar la certidumbre de los resultados. Esta diferenciación se realiza principalmente con respecto a la magnitud de las calidades individuales y se establece por el hecho de
10 que un resultado, incluso si es de mayor calidad, se ve afectado por una cierta incertidumbre si no se confirma mediante resultados adicionales de la misma calidad. A este respecto, las cantidades usadas hasta ahora se reagrupan en primer lugar y se denominan de manera correspondiente.

RQS: cantidad de resultados de la segunda fase 98 de comparación
15 RQ3b: los mejores resultados de la tercera fase 102 de comparación
RQ3: todos los resultados de la cantidad de resultados de la tercera fase 102 de comparación
RQ1b: los mejores resultados de la cantidad de resultados de la primera fase 90 de comparación
20 RQ1: todos los resultados de la cantidad de resultados de la primera fase 90 de comparación
RQ1b3b: todos los resultados de la intersección de RQ1b y RQ3b
RQ1b3: todos los resultados de la intersección de RQ1b y RQ3
RQ+: cantidad de resultados tras la valoración de los resultados de valor más alto
25 RQ-: cantidad de resultados tras la valoración de los resultados de valor más bajo
RQ: cantidad de resultados resultante tras la valoración.

Las intersecciones de RQ1b y RQ3b o RQ1b y RQ3, respectivamente, se valoran de manera que, por ejemplo, una cantidad RQ3b, que es lo más grande posible, puede reducirse adicionalmente mediante información adicional de la primera
30 fase 90 de comparación y por tanto el resultado puede mejorarse. Para que los siguientes estructogramas ilustrados en las figuras 12 y 13 sean lo más claros posible, el número de elementos de las cantidades individuales se denomina como la propia cantidad pero en letras minúsculas.

La figura 12 muestra un estructograma para valorar los resultados de valor más

alto, en caso de estar presentes.

En la valoración de los resultados de valor más alto ilustrada mediante el estructograma en la figura 12, en la etapa de comparación de las propiedades determinadas con propiedades previamente registradas, una cantidad de resultados RQ de valoración se forma basándose en los resultados RQ2 de la segunda fase 98 de comparación, si la cantidad rq_2 de la cantidad de resultados RQ2 de la segunda fase 98 de comparación es superior a un valor A predeterminado. Es decir el medio de comparación se implementa para formar la cantidad de resultados RQ de valoración basándose en los resultados RQ2 de la segunda fase de comparación si el volumen rq_2 de la cantidad de resultados de la segunda fase 98 de comparación es mayor que A. Según realizaciones, A es igual a 3.

Además, en la etapa de comparación, la cantidad de resultados RQ+ de valor más alto se forma basándose en los mejores resultados RQ3b de la tercera fase 102 de comparación, si el volumen rq_{3b} de la cantidad RQ3b de los mejores resultados de la tercera fase 102 de comparación se sitúa entre A y un valor superior $B > A$. Es decir, el medio de comparación se implementa para formar una cantidad de resultados RQ+ de valor más alto basándose en una cantidad de mejores resultados RQ3b de la tercera fase 102 de comparación, si el volumen rq_{3b} de la cantidad de mejores resultados RQ3b de la tercera fase 102 de comparación es mayor que o igual a A y menor que B, siendo $A < B$. Según realizaciones de la presente invención, $V = 15$, es decir $3 \leq rq_{3b} < 15$.

Si el volumen rq_{3b} de la cantidad de resultados RQ3b de la tercera fase de comparación es mayor que o igual a B y si el volumen rq_{1b3b} de la intersección de los mejores resultados RQ1b de la primera fase 90 de comparación y los mejores resultados RQ3b de la tercera fase 102 de comparación es mayor que o igual a un valor C predeterminado, siendo $C=2$ según realizaciones, la cantidad de resultados RQ+ resultante resulta de RQ1b3b. Es decir, el medio de comparación se implementa para formar la cantidad de resultados RQ+ de valor más alto basándose en la intersección RQ1b3 de la cantidad de los mejores resultados RQ3b de la tercera fase 102 de comparación y la cantidad de los mejores resultados RQ1b de la primera fase de comparación, si el volumen rq_{3b} de la cantidad de los mejores resultados RQ3b de la tercera fase de comparación es mayor que o igual a B y un volumen de la intersección RQ1b3 es menor que C. Además, el medio de comparación se implementa para formar la cantidad de resultados RQ+ de valor más alto basándose

en la cantidad de los mejores resultados RQ3b de la tercera fase 102 de comparación, si el volumen $rq3b$ de la cantidad de los mejores resultados RQ3b de la tercera fase 102 de comparación es mayor que o igual a B y el volumen $rq1b3b$ de la intersección RQ1b3b de los mejores resultados (M3b) de la tercera fase 102 de comparación y los mejores resultados RQ1b de la primera fase 90 de comparación es menor que C. Si el volumen $rq3b$ de la cantidad de resultados RQ3b es mayor que o igual a $B = 15$ y el volumen $rq1b3b < C=2$, entonces, según realizaciones, la cantidad de resultados RQ+ resultante resulta de la cantidad de resultados RQ3b.

Con el fin de obtener información aceptable, en particular con malas condiciones límite, los resultados de valor más bajo de la primera fase 90 de comparación o la tercera fase 102 de comparación también se valoran por consiguiente de manera precisa. La forma de alcanzar la cantidad de resultados RQ- tras la valoración de los resultados de valor más bajo se ilustra en el estructograma en la figura 13.

La cantidad de resultados RQ-, tras la valoración de los resultados de valor más bajo, corresponde a la intersección RQ1b3 de los mejores resultados RQ1b de la primera fase 90 de comparación con todos los resultados RQ3 de la cantidad de resultados de la tercera fase 102 de comparación, si el volumen de la intersección $rq1b3$ es mayor que un valor D predeterminado. Es decir, el medio de comparación se implementa para formar la cantidad de resultados RQ- de valor más bajo basándose en la intersección RQ1b3 de la cantidad de resultados RQ3 de la tercera fase 102 de comparación y la cantidad de los mejores resultados RQ1b de la primera fase 90 de comparación, si el volumen $rq1b3$ de esta intersección RQ1b3 es mayor que D y no pueden determinarse resultados de valor más alto. Según realizaciones, $D = 5$.

Si $rq1b3 > E$ (por ejemplo $E=2$), pero $rq1b3 \leq D$, y si $rq3 > F$ (por ejemplo $F=5$), entonces la cantidad de resultados para los resultados de valor más bajo resulta de la cantidad de resultados RQ3. Es decir, el medio de comparación se implementa para formar la cantidad de resultados RQ- de valor más bajo basándose en la cantidad de resultados RQ3 de la tercera fase 102 de comparación, si el volumen de la intersección RQ1b3 de la cantidad de resultados RQ3 de la tercera fase 102 de comparación y los mejores resultados RQ1b de la primera fase 90 de comparación es mayor que E y menor que D y el volumen $rq3$ de la cantidad de resultados RQ3 de la tercera fase 102 de comparación es mayor que F.

Si no se cumple la condición $rq1b3 > E$ y $rq3 > F$, se contempla el volumen

rq1b de la cantidad de los mejores resultados RQ1b de la primera fase 90 de comparación. Si $rq1b \geq G$, siendo $G = 5$ según realizaciones, y además $rq1b > 3*rq3$, la cantidad de resultados RQ- resultará, para resultados de valor más bajo de RQ1b, es decir, de la cantidad de resultados de los mejores resultados RQ1b de la primera fase 90 de comparación. Es decir, el medio de comparación está configurado para formar la cantidad de resultados RQ- de valor más bajo basándose en los mejores resultados RQ1b de la primera fase 90 de comparación si la condición de que el volumen de la intersección RQ1b3 de la cantidad de resultados RQ3 de la tercera fase 102 de comparación y de los mejores resultados RQ1b de la primera fase 90 de comparación sea mayor que E y menor que D, y de que el volumen rq3 de la cantidad de resultados RQ3 de la tercera fase 102 de comparación sea mayor que F, no se cumple, y si el volumen rq1b de la cantidad de los mejores resultados RQ1b de la primera fase 90 de comparación es mayor que o igual a G, y el volumen rq1b de la cantidad de los mejores resultados RQ1b de la primera fase 90 de comparación es mayor que $3*rq3$.

Si $rq1b \geq G$, pero $rq1b \leq 3*RQ3$, RQ- resultará de RQ1. Sin embargo, si $rq1b < G$, RQ- también resultará de RQ1.

Los valores de A, B, C, D, E, F, y G descritos aquí no han de considerarse como limitativos, por supuesto. Más bien, estos valores deben adaptarse a circunstancias tales como las tecnologías de radio usadas, por ejemplo.

Si, según las valoraciones descritas en las figuras 12 y 13, la cantidad de resultados RQ no debe contener ningún elemento, la cantidad de resultados RQ se formará a partir de la cantidad de resultados RQ+ según la valoración para los resultados de valor más alto. En el caso de que ni RQ ni RQ+ contengan elementos, la cantidad de resultados RQ se formará a partir de la cantidad de resultados RQ- según la valoración para los resultados de valor más bajo. Si ninguna de las tres cantidades de resultados RQ, RQ+ y RQ- contiene elementos, el algoritmo de IP ya descrito anteriormente no habrá podido determinar un resultado.

Para todas las cantidades de resultados RQ, RQ+ y RQ-, se forma el valor promedio de los números de medición de los paquetes de referencia MP* incluidos. Estos valores promedio se designan como RQ_m , $RQ+_m$ y $RQ-_m$. En el promediado, la calidad de los resultados se tiene en cuenta adicionalmente para el cálculo. Un buen resultado se pondera, por ejemplo, con el factor 10, un resultado normal se pondera, por ejemplo, con el factor 20, y un resultado malo se pondera, por ejemplo, con el

factor 1, correspondiendo un buen resultado a un resultado o bien de RQ2 o bien de RQ3b, correspondiendo un resultado normal a un resultado de RQ1b o RQ3, y correspondiendo un resultado malo a un resultado de RQ1. También son factibles otros factores aparte de los factores de ponderación mencionados aquí a modo de ejemplo. Un resultado malo puede formarse además como sigue: si fue posible asignar valores tanto a la cantidad de resultados RQ como a la cantidad de resultados RQ⁺, la magnitud de la diferencia entre RQ_m y RQ₊_m se determinará inicialmente. Si esta magnitud es mayor que, por ejemplo, 30, este resultado se devaluará y se asignará a los resultados malos.

Los métodos introducidos a continuación se refieren a la manera en que pueden inferirse ciertos movimientos de dos dispositivos terminales dentro de una red de radio, por ejemplo una red WLAN, usando patrones específicos durante la búsqueda de puntos de intersección, lo que se describió anteriormente. Con la información recién obtenida a partir de ello, puede aumentarse la precisión de la búsqueda de puntos de intersección, por un lado, y puede proporcionarse una mejor base, por otro lado, para la posterior planificación de rutas y/o cálculo de rutas con el fin de reunir a los dos clientes.

Un movimiento en el que ambos trayectos de los clientes se cortan en un punto sólo se ilustra en la figura 14 a modo de ejemplo. La reducción anteriormente mencionada de la cantidad de resultados a un único resultado se consigue promediando los respectivos números de medición del trayecto 1 (valores x) y el trayecto 2 (valores y). El algoritmo que efectúa esto adicionalmente tiene en cuenta, en el cálculo, la calidad de los resultados que ya mencionó anteriormente. Por ejemplo, un resultado bueno se pondera, por ejemplo, con el factor 10, un resultado normal se pondera, por ejemplo, con el factor 2, y un resultado malo se pondera, por ejemplo, con el factor 1. Esto se ilustra en la figura 15.

La estrella que lleva el número de referencia 150 en la figura 15 simboliza este valor de sustitución, para el que, en el presente ejemplo, x se calculó que era 190, e y se calculó que era 67. La calidad de este valor depende de la calidad de los resultados sobre los que se realizó el promediado. Para categorizar el valor 150 de sustitución en consecuencia, es suficiente con que un único resultado tenga mayor calidad que los demás. Las coordenadas x = 190 e y = 67 significan aquí que el paquete 190 de medición del trayecto 1 es el que mejor corresponde al paquete 67 de medición del trayecto 2. Puesto que las velocidades de los clientes A y B pueden considerarse al

menos aproximadamente constantes, puede determinarse una ubicación por medio de las velocidades y los correspondientes números de medición.

La figura 15 refleja un patrón de movimiento en el que los dos trayectos, trayecto 1 y trayecto 2, se cortan en un único punto solamente. En cambio, la figura 16
5 ilustra varios patrones de movimiento en los que los dos trayectos (trayecto 1 y trayecto 2) se cortan en varios puntos. Adicionalmente, los puntos de intersección que se esperan se trazan dentro de un sistema de coordenadas.

La figura 16a muestra una trayectoria de referencia 1, o trayecto 1, y una trayectoria de referencia 2, o trayecto 2, que se cortan entre sí en tres puntos de
10 intersección IP1, IP2 e IP3. El primer punto de intersección IP1 está relativamente cerca del inicio de las dos trayectorias, el trayecto 1 y el trayecto 2, por lo que está relativamente cerca del origen dentro del sistema de coordenadas mostrado en la figura 16a. Los puntos de intersección IP2 e IP3 están ubicados, en ambos trayectos, respectivamente, más alejados del respectivo punto de inicio del trayecto, y, por tanto,
15 más alejados del origen. En la figura 16b, las cosas son diferentes. Aquí, también, dos trayectorias, el trayecto 1 y el trayecto 2, se cortan en tres puntos de intersección IP1 – IP3. El punto de intersección IP1 están más próximo en el tiempo al inicio del trayecto 1 y el trayecto 2, respectivamente, por lo que está más cerca del origen del sistema de coordenadas asociado. Desde el punto de vista del trayecto 2, el punto de intersección
20 IP2 está bastante cerca de su punto final, pero desde el punto de vista del trayecto 1, está aproximadamente en el medio de la trayectoria del mismo, por lo que está ubicado relativamente alejado “hacia arriba” dentro del sistema de coordenadas. Desde el punto de vista del trayecto 2, el punto de intersección IP 3 está ubicado al principio de la trayectoria del mismo, y desde el punto de vista del trayecto 1, está al
25 final de la trayectoria del mismo, por lo que está ubicado abajo a la derecha dentro del sistema de coordenadas.

La subimagen de la figura 16c muestra que ambos trayectos se cortan dos veces en el mismo punto. La subimagen de la figura 16d es similar, pero en este caso el trayecto 1 y el trayecto 2 se han intercambiado, de modo que los dos puntos de
30 intersección IP1 e IP2 están uno encima de otro en lugar de uno junto al otro.

Para poder promediar la respectiva cantidad de resultados en correspondencia con la figura 15 para cada punto de intersección en el escenario ilustrado en la figura 16c, todo el conjunto de puntos de intersección se separa, ventajosamente, en dos subcantidades. Se hace referencia a este proceso como un denominado

“agrupamiento horizontal”. La condición previa para esto es una distancia mínima $\Delta x_{\min}$ entre los valores x de dos resultados adyacentes. Según realizaciones, la distancia mínima $\Delta x_{\min} = 90$. Se considera que dos resultados son adyacentes si se han determinado en sucesión temporal. Para los escenarios ilustrados en la figura 16a y la

5 figura 16b, tendrían que formarse tres de estos agrupamientos horizontales en cada caso. El patrón de movimiento ilustrado en la figura 16c requiere además que cualquier subcantidad que resulte del agrupamiento horizontal se subdivida incluso más. Se hace referencia a esto como “agrupamiento vertical”. Con este fin, según realizaciones, la cantidad de resultados de un agrupamiento horizontal puede

10 transferirse a un algoritmo específico. El modo de operación de dicho algoritmo puede basarse, a su vez, en la detección de una distancia más grande, siendo la distancia requerida entre dos valores y , $\Delta y > 100$ según realizaciones.

La figura 17 representa agrupamientos horizontales y agrupamientos verticales del patrón de movimiento de la figura 16c. La figura 17 muestra tanto los límites de los

15 agrupamientos 170a a c horizontales como los límites de los agrupamientos 172 verticales. En este ejemplo, el agrupamiento en la parte superior izquierda todavía tiene que filtrarse, ya que está ubicado a una cierta proximidad de un agrupamiento adyacente (centro izquierda) que tiene un buen resultado.

Una reducción a un valor de sustitución usando métodos en un “escenario de

20 un único IP” con una situación “en trayecto” realmente existente tiene que descartarse. Por tanto, se realiza inicialmente una distinción entre estos dos casos según realizaciones. Para detectar el escenario “de un único IP”, se calcula una desviación estándar a partir del valor promedio de los valores y , y_i , de todos los N resultados del respectivo agrupamiento vertical, y se toma una decisión basándose en ello. Según

25 realizaciones, la desviación estándar σ puede determinarse como sigue:

$$y_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - y_m)^2} \quad (6)$$

La detección de la situación “en trayecto” se realiza sólo cuando no puede

30 establecerse una situación “de un único IP”, y dicha detección se describirá a continuación. Si no se establece ninguno de los dos casos, todos los resultados de la búsqueda de puntos de intersección se pasarán a la posterior planificación de rutas.

Una situación “en trayecto” se ilustra esquemáticamente en la figura 18. Como ya se explicó anteriormente, este caso describe un patrón de movimiento en el que los dos clientes en el pasado se desplazaron a lo largo de segmentos completos de rutas en la misma dirección o en direcciones opuestas. Puesto que, de nuevo, hay diferentes imágenes o escenarios dentro del sistema de coordenadas en este contexto, deben contemplarse también de manera discriminativa para poder determinar líneas de regresión deseadas. Los patrones más importantes de movimiento se reunirán a modo de ejemplo en la siguiente figura 19.

La figura 19a describe un escenario en el que un primer cliente se ha desplazado, por un trayecto 1, a lo largo de parte del segmento de ruta de un segundo cliente con el trayecto 2 en la misma dirección, marcando el punto p1_1 el punto en el que convergen los dos trayectos, y marcando el punto p1_2 el punto en el que divergen de nuevo los dos trayectos.

La figura 19b describe un escenario similar, pero en este caso los dos trayectos se recorren en direcciones opuestas en cada caso. Como resultado, el punto p1_1 marca en este caso un punto que está ubicado relativamente cerca del inicio del trayecto 1, pero relativamente cerca del final del trayecto 2. Lo contrario se aplica al punto p1_2, que está relativamente alejado del final del trayecto 1 y relativamente alejado del inicio del trayecto 2.

La figura 19c describe un escenario en el que el trayecto 1 y el trayecto 2 se recorren de nuevo en direcciones opuestas, y el trayecto 1 comprende adicionalmente un bucle. De esta manera, la línea recta con pendiente descendente en el lado de la derecha de la línea recta que ya se describió con referencia a la figura 19b, se forma una segunda vez, como puede verse en el sistema de coordenadas de la figura 19c.

La figura 19d describe el escenario de la figura 19a, excepto por el hecho de que en este caso el trayecto 2 contiene un bucle, de modo que la línea recta con pendiente ascendente encima de la línea recta que ya se describió con referencia a la figura 19a aparece de nuevo, tal como se muestra en la figura 19d.

En la figura 19a, ambos trayectos se recorren en la misma dirección, lo que da como resultado que, idealmente, la cantidad de resultados describe una línea recta con pendiente ascendente en el sistema de coordenadas. En cambio, la cantidad de resultados corresponde a una línea recta con pendiente descendente cuando los trayectos se recorren en direcciones opuestas (véase la figura 19b). En la figura 19c puede verse que el trayecto 1 contiene un bucle, lo que también es cierto para la figura

19d, salvo porque en este caso el bucle está contenido en el trayecto 2. Puesto que en este caso sólo hay una línea recta con pendiente ascendente o una con pendiente descendente dentro de un agrupamiento, la evaluación puede realizarse mediante criterios similares cuando se detectan las situaciones “en trayecto” presentadas anteriormente. Con este fin, se usan los puntos, o marcas, p1_1 y p1_2. La marca p1_1 se pone en el primer buen resultado del lado de la izquierda, y la marca p1_2 se pone en el primer buen resultado del lado de la derecha. Ciertas relaciones entre p1_1 y p1_2 en cuanto a sus valores x e y deciden, entre otras cosas, acerca de si está presente uno de los patrones relativamente simples ilustrados en la figura 19, o uno más complicado. Si el patrón en cuestión es uno simple, se realiza inicialmente la verificación en cuanto a en qué medida la respectiva cantidad de resultados se aproximará a una línea recta. Esto puede conseguirse, según realizaciones, usando un cálculo de un coeficiente de correlación según

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot \bar{x}^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \bar{y}^2 \right)}}, \quad (7)$$

donde en la ecuación (7), y indica el valor y de un resultado, x indica el valor x de un resultado, $\bar{x}$ designa un valor promediado por todos los n valores x, e $\bar{y}$ designa un valor promediado por todos los n valores y. La condición previa básica para esto y para las ecuaciones descritas a continuación para determinar una línea de regresión es que debe haber al menos tres resultados. Además, cualquier resultado malo dentro de un agrupamiento se eliminará si, por ejemplo, existen más de cinco buenos resultados en el agrupamiento.

Los n puntos de medición están ubicados casi sobre una línea recta siempre que el coeficiente de correlación r difiera sólo un poco de -1 ó 1. En el caso de $|r| = 1$, los puntos de medición están ubicados exactamente sobre una línea recta. Esta conexión se explicará con más detalle en la figura 20.

La figura 20 muestra una línea 200 de regresión superior y una línea 210 de regresión inferior. El coeficiente de correlación r tiene un valor de 0,99 para la línea 200 recta superior, y un valor de 0,98 para la línea recta inferior.

Por medio de las cuatro ecuaciones (8) a (11) siguientes, que se basan en el principio gaussiano de los mínimos cuadrados, se calculan inicialmente los parámetros a (pendiente ascendente) y b (punto de intersección en la ordenada) de una línea de

regresión a partir de los valores x e y de la cantidad de resultados, para a continuación determinar tres resultados de sustitución que se marcan, a modo de ejemplo, como estrellas 220a – f en la figura 20. Están ubicadas al principio, en el centro y al final de la cantidad de resultados, respectivamente, usándose los valores x de las marcas p1_1 y p1_2 como base para el inicio y el final. Según realizaciones, solo los buenos resultados se tienen en cuenta para obtener una transición lo más nítida y precisa posible en la entrada o en la salida de una situación en trayecto. La calidad se categoriza como “buena” para cada resultado de sustitución según realizaciones.

$$\Delta = n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \quad (8)$$

$$a = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)}{\Delta} \quad (9)$$

$$b = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n y_i \right) - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n x_i y_i \right)}{\Delta} \quad (10)$$

$$y = ax + b \quad (11)$$

Para calcular una trayectoria más corta entre una cantidad existente de puntos de intersección, se usa un denominado algoritmo de encaminamiento según realizaciones de la presente invención. En este contexto, por ejemplo, puede emplearse un algoritmo basado en el algoritmo de Dijkstra conocido que requiere un gráfico ponderado como variable de entrada. Dicho gráfico consiste en una cantidad de puntos (nodos) y bordes ponderados que conectan los nodos. Con realizaciones de la presente invención, los puntos de intersección determinados y las posiciones actuales de los dispositivos terminales se consideran como nodos, y los trayectos entre los puntos de intersección o posiciones actuales de los dispositivos terminales se consideran como bordes. Puesto que hay diferentes conexiones de los nodos por varios trayectos, el peso de los bordes corresponde, en realizaciones de la presente invención, a un número de mediciones entre dos nodos. Si dos nodos no están directamente conectados entre sí, se usará un borde con este fin de todos modos, pero que lleve el peso “infinito”. Es decir, un aparato según la invención para localizar una posición comprende además, según realizaciones, un medio para determinar una trayectoria hacia una posición en la trayectoria de referencia, estando el medio para determinar la trayectoria configurado para determinar la trayectoria basándose en un

resultado de la comparación por medio del algoritmo de Dijkstra.

El algoritmo de Dijkstra determina, en un gráfico, la conexión más corta desde un punto A de partida hasta un punto B de destino. Almacena, para cada nodo K, la distancia global $d(k)$ del mismo desde el punto A de partida, así como el nodo $p(K)$ desde el que se ha visitado. Por tanto, tras acabar el algoritmo, la mejor trayectoria a través del gráfico puede extraerse trazando, paso a paso, los respectivos nodos $p(k)$ pasados cuando se parte de B.

Un trayecto de guiado determinado por el algoritmo de Dijkstra se pasa, según realizaciones, a un algoritmo de guiado que va a reunir ambos dispositivos terminales. Cuando se genera el trayecto de guiado, las secciones de los trayectos de los dispositivos terminales implicadas, secciones que corresponden a los resultados de la planificación de rutas del algoritmo de Dijkstra, se unen entre sí. En este contexto, ha de llevarse cuidado de garantizar que las secciones se insertan en la dirección operativa requerida. En este contexto, la figura 21 muestra una representación esquemática de rutas de tres dispositivos terminales, CL1, CL2 y CL3, cortando la ruta de CL1 a la ruta de CL3 en un punto de intersección IP1, y cortando la ruta de CL2 a la ruta de CL3 en un punto de intersección IP2. Para reunir CL1 y CL2, el trayecto de guiado para CL1 se compone de la siguiente manera: CL1 – IP1 (trayecto 1 hacia atrás) + IP1 – IP2 (trayecto 3 hacia delante) + IP2 – CL2 (trayecto 2 hacia delante). El trayecto de guiado para CL2 puede estructurarse por consiguiente: CL2 – IP2 (trayecto 2 hacia atrás) + IP2 – IP1 (trayecto 3 hacia atrás) + IP1 – CL1 (trayecto 2 hacia delante).

El algoritmo de guiado va a proporcionar a ambos dispositivos terminales cualquier información necesaria para encontrarse el uno al otro. Esto se consigue, esencialmente, determinando si el respectivo cliente está situado o no en el trayecto de guiado formado. Por tanto, el algoritmo de guiado sirve, según la invención, para determinar una relación entre la posición actual de un dispositivo terminal y la trayectoria de referencia, o el trayecto de guiado. Según realizaciones de la presente invención, un trayecto de guiado, o la trayectoria de referencia, también puede ser naturalmente una trayectoria por la que previamente se ha desplazado un cliente. Tal escenario es factible, por ejemplo, cuando un usuario quiere encontrar el camino de vuelta al punto de partida de la trayectoria después de haberse desplazado por una trayectoria específica.

La figura 22 proporciona una visión global de diversas fases para encontrar a

un compañero de comunicación. La figura 22a muestra una posición de partida, en la que un cliente A se ha desplazado por una trayectoria 1, o un trayecto 1, y en el que un cliente B se ha desplazado por una trayectoria 2, o un trayecto 2, la trayectoria 1 y la trayectoria 2 se cortan, o entran en contacto, en el punto de intersección IP. La

5 figura 22b muestra un cliente 220 buscador en su trayecto de guiado representado como una flecha 230. Para el escenario ilustrado en la figura 22b, el algoritmo de guiado proporciona básicamente, según una realización de la presente invención, información al cliente 220 indicando que se encuentra en la trayectoria correcta y que debe seguir avanzando. Sin embargo, la figura 22c muestra un escenario en el que el

10 cliente 220 ha realizado un giro incorrecto respecto a su trayecto 230 de guiado. En este caso, el algoritmo de guiado va a proporcionar al cliente 220 información correspondiente.

El algoritmo de guiado comunica a un usuario dónde está ubicada su posición aproximada dentro de una sección específica del trayecto de guiado. En este contexto,

15 la sección tiene una longitud de aproximadamente 20 metros según una realización de la presente invención. Dentro de un intervalo de tiempo predefinido, se realizan cálculos en cuanto a los niveles de probabilidad de que el cliente se sitúe en varias áreas de la sección. Para ilustrar esta conexión, esto se ilustra esquemáticamente en la figura 23.

20 La figura 23 (lado de la izquierda) ilustra un cliente 220 que está situado en un trayecto 230 de guiado. El trayecto 230 de guiado comprende una sección 240 que, a su vez, está subdividida en cuatro partes 240a – 240d. En el escenario mostrado en la figura 23 (lado de la izquierda), el cliente está situado en una posición en la parte 240b de la sección 240 del trayecto 230 de guiado.

25 La figura 23 (lado de la derecha) muestra un escenario en el que el cliente 220 está fuera del trayecto 230 de guiado. Por consiguiente, el cliente no está situado dentro de la sección 240.

En el algoritmo de guiado de la invención, los niveles de probabilidad de que el cliente 220 esté situado en cada una de las cuatro áreas 240a – 240d, ilustradas en la

30 figura 23, de la sección 240 se calculan cada 2 segundos, por ejemplo. Si un usuario tiene la impresión de que está situado al final de la sección 240, puede solicitarse manualmente una nueva sección al servidor, por ejemplo. Si el algoritmo de guiado se ejecuta en el propio servidor, el servidor naturalmente también puede enviar de manera automática, según realizaciones adicionales de la presente invención, una

nueva sección al usuario o cliente. Si el usuario se aleja del trayecto de guiado o de la sección 240 actual, tal como se muestra en la figura 22b a modo de ejemplo, los valores de los niveles de probabilidad cambiarán, tal como se ilustra en la figura 22.

5 Las etapas precisas de determinación de estos niveles de probabilidad representados en la figura 23 se explicarán a continuación con más detalle.

Los valores determinados para los niveles de probabilidad son importantes puntos de referencia para un usuario, ya que es con ellos con los que tiene lugar la navegación real. Para calcular los niveles de probabilidad, según la presente invención, un cliente tiene una memoria anular. La memoria anular puede almacenar
10 los 40 paquetes de medición determinados más recientemente, por ejemplo. Si la sección 240 del trayecto de guiado comprende 100 paquetes de medición, por ejemplo, el contenido de la memoria anular puede situarse en cuatro lugares específicos sobre la sección 240 del trayecto 230 de guiado. Es principalmente mediante el cálculo de un coeficiente de correlación de los respectivos patrones de
15 señal de la memoria anular y el lugar específico sobre la sección 240 como se determinan los niveles de probabilidad $\zeta_1 - \zeta_4$. El coeficiente de correlación indica la similitud entre las dos señales, en cuyo contexto ha de llevarse cuidado de garantizar que ambos patrones de señal deben tener preferiblemente la misma longitud.

Si un cliente 220 se aleja del trayecto 230 de guiado, los valores de los niveles
20 de probabilidad se deteriorarán sólo relativamente despacio, ya que, aunque tiene lugar una actualización cada dos segundos, por ejemplo, los paquetes de medición de, por ejemplo, los últimos ocho segundos se conservan en la memoria anular. La longitud de estas partes en la memoria anular no debe volverse demasiado pequeña, sin embargo, ya que de lo contrario una evaluación por medio del coeficiente de
25 correlación ya no proporcionará resultados útiles. Según realizaciones de la presente invención, el coeficiente de correlación ρ' se calcula según

$$\rho' = \frac{\sum (x[g] \cdot y[g])}{\sqrt{\sum x[g]^2 \cdot \sum y[g]^2}} \quad (15)$$

El factor de correlación o coeficiente de correlación ρ' es una variable
adimensional para la que siempre se aplica que $\rho'^2 \leq 1$, lo que puede demostrarse
30 mediante la denominada “desigualdad de Cauchy-Schwarz”. Si los valores de RSSI que se miden en un cliente se aumentan en la magnitud del valor de RSSI más pequeño que tenga lugar, es decir se aumentan en 90 dB, por ejemplo, los valores que se esperan para ρ' serán entre 0 y 1. Para evitar errores a la hora de calcular los

coeficientes de correlación que se deben a energías de señal insuficientes, sólo se evalúan las señales de los cinco transmisores de radio más potentes según una realización de la presente invención. Un valor promedio se forma a partir de los cinco coeficientes de correlación resultantes, de modo que se obtiene un valor para ρ' .

5 Según realizaciones adicionales de la presente invención, el medio de comparación las propiedades determinadas con propiedades previamente registradas que caracterizan una trayectoria de referencia, y para determinar una relación entre la posición y la trayectoria de referencia basándose en un resultado de la comparación está configurado para determinar una distancia entre dos posiciones de dos clientes
10 en una trayectoria de referencia. La distancia puede determinarse usando dos métodos diferentes. Por otro lado, un servidor puede inferir las posiciones de los dos clientes basándose en las secciones del trayecto de guiado que se enviaron por última vez a ambos clientes. Sin embargo, este método muestra un nivel relativamente alto de imprecisión.

15 Además, el servidor puede calcular las posiciones precisas, y la distancia entre los dos clientes que resulta de ello, cuando ambos clientes reenvían cada paquete de medición determinado al servidor usando un medio de la invención para determinar propiedades de señales de radio, gestionándose dichos paquetes de medición en el servidor, por ejemplo en una memoria anular de un tamaño predeterminado, para
20 obtener información sobre la respectiva posición. Este algoritmo funciona según los métodos de búsqueda de puntos de intersección ya descritos anteriormente. En este contexto, se calcula la posición de un cliente en un trayecto que tiene una longitud de, por ejemplo, 200 paquetes de medición y que incluye las dos secciones, que tienen longitudes de, por ejemplo, 100 paquetes de medición, de los trayectos de guiado de
25 los dos clientes.

En resumen, la figura 24 muestra de nuevo la interacción entre un cliente y un servidor para llevar a cabo el concepto de la invención.

La figura 24 muestra un cliente 250 y un servidor 252. El cliente 250 tiene un medio para medir propiedades de señales de radio de los transmisores de radio
30 situados de manera fija en la posición del cliente, y tiene además un medio para comunicar las propiedades medidas al servidor 252. De esta manera, los paquetes de medición capturados por el cliente 250 pueden enviarse al servidor de manera individual. Con este fin, el servidor 252 comprende, según realizaciones de la presente invención, un medio para recibir las propiedades medidas. El servidor 252 está

configurado para gestionar los paquetes de medición, que se reciben desde el cliente 250, por separado unos de otros para cada cliente implicado en forma de denominados trayectos. Para poder realizar una búsqueda de puntos de intersección de dos trayectos, el servidor 252 comprende, según realizaciones, un medio de comparación las propiedades determinadas de un primer trayecto con propiedades previamente registradas de un segundo trayecto, y para determinar una relación entre posiciones individuales del primer trayecto y el segundo trayecto basándose en la comparación. La relación en este caso dará como resultado, por ejemplo, un punto de intersección si el primer y el segundo trayecto se cortan en al menos un punto.

Basándose en las posiciones de los clientes y los puntos de intersección determinados entre los trayectos, el servidor puede determinar un trayecto de guiado para cada uno de los clientes implicados para reunir a los clientes. Estos trayectos de guiado sirven para ambos clientes como trayectorias de referencia, respectivamente. Por tanto, según realizaciones, el servidor está configurado para comunicar el trayecto de guiado determinado a los clientes. Según realizaciones, los clientes están configurados para recibir el trayecto de guiado determinado por el servidor. Con este trayecto de guiado o trayectoria de referencia, un cliente 250 puede ahora comparar las propiedades determinadas de señales de radio del transmisor situado de manera fija en su situación actual con propiedades previamente registradas de la trayectoria de referencia o trayecto de guiado, y determinar una relación entre la posición actual y la trayectoria de referencia basándose en la comparación. Esto se realiza de modo que el algoritmo de guiado, que se describió previamente, indica los niveles de probabilidad. Según realizaciones de la presente invención, el servidor 252 puede utilizar la posición actual, o las propiedades actualmente medidas de las señales de radio de un cliente, para determinar, basándose en ello y en el trayecto de guiado, la distancia respecto a otro cliente situado en este trayecto de guiado.

Por tanto, según un primer aspecto, la presente invención proporciona un concepto de seguimiento de trayectorias. Con el fin de localizar la posición propia en una trayectoria, se comparan valores de medición actuales con valores de medición previamente registrados de la trayectoria, y se busca una coincidencia por medio de la búsqueda previamente mencionada de puntos de intersección. Una vez encontrada esta coincidencia, un usuario puede ser guiado a partir de ese punto. Esto significa que al usuario se le indica "sigua avanzando" mientras la coincidencia de los valores de medición actuales y los valores de medición previamente registrados de la

trayectoria se defina de manera sucesiva temporalmente. Si los valores de medición actuales de los transmisores de radio instalados de manera fija se desvían demasiado de la trayectoria, o si la coincidencia relativa a la trayectoria va hacia atrás, se indicará a un usuario que “retroceda”, por ejemplo. Esta relación entre la posición y la trayectoria de referencia se consigue mediante el algoritmo de guiado que ya se ha descrito anteriormente.

Puesto que la trayectoria registrada se registra durante el movimiento del usuario sin que se den instrucciones especiales al usuario, la ruta que toma el usuario puede contener fases de parada y bucles. Por tanto, el seguimiento puede ir precedido opcionalmente de una fase de procesamiento. En esta fase, el trayecto se examina en busca de fases de parada en una primera etapa. Éstas se caracterizan porque los valores de medición cambian sólo marginalmente, o fluctúan alrededor de valores promedio, durante un cierto periodo de tiempo. El trayecto puede acortarse en este punto, de modo que la fase de parada se omita durante el seguimiento. Es decir, el medio de comparación está configurado, según realizaciones, para examinar las propiedades previamente registradas, que caracterizan la trayectoria de referencia, en busca de un bucle y/o una parada dentro de la trayectoria de referencia, y para posiblemente eliminar estas propiedades que corresponden al bucle y/o la parada.

En una segunda etapa opcional se eliminan los bucles. Un bucle se caracteriza porque una ubicación del trayecto contiene valores de medición que vuelven a suceder en otra ubicación. El bucle puede eliminarse eliminando cualquier valor de medición entre estos dos puntos.

Una variante de seguimiento de una ruta recorrida seguir de vuelta sobre la propia trayectoria (por ejemplo encontrar el camino de vuelta a un coche, encontrar el camino de vuelta a un punto de encuentro). En este contexto, se sigue la propia ruta recorrida en una secuencia temporal inversa.

Para dar a otras personas la oportunidad de seguir una ruta, puede transmitirse una trayectoria, según realizaciones, desde el dispositivo de un usuario a un segundo dispositivo. De esta manera, el usuario del segundo dispositivo puede seguir la ruta del primer usuario.

Según una realización adicional, la presente invención permite encontrar a otras personas o sistemas autónomos. Con este fin, compañeros intercambian de manera continua sus datos de medición capturados. Según una realización, esto puede realizarse a través de un servidor central o de manera bidireccional, o de igual a

igual. De esta manera, ambos dispositivos conocen la ruta tomada por el otro compañero. Si los dos compañeros quieren encontrarse, cada compañero, o el servidor, examina ambos trayectos en busca de puntos de intersección, es decir ubicaciones con valores de medición similares en la propia ruta y en la ruta del
5 compañero. Esto se realiza, por ejemplo, hacia atrás partiendo de un extremo de la ruta para garantizar que se encuentre el punto de intersección más reciente. A continuación, ambos compañeros siguen sus propias rutas, respectivamente. Si un compañero llega al punto de intersección calculado antes que el otro compañero, a partir de entonces seguirá la ruta del otro compañero en una dirección hacia delante
10 hasta que ambos compañeros se encuentren.

En este contexto, la gestión de las rutas y la búsqueda de puntos de intersección pueden realizarse de manera que se comparta por los dispositivos terminales. Según una realización adicional, la gestión de las rutas la búsqueda de puntos de intersección se realiza de manera centralizada en un servidor. Esto depende
15 de las circunstancias y de las capacidades de computación de los sistemas implicados.

El concepto de la invención puede mejorarse para dar un sistema multiusuario o un sistema multitrayectoria de uno o varios usuarios. En este caso, varios usuarios intercambian de manera continua sus datos de medición, o los envían a un servidor.
20 Los trayectos individuales se examinan en busca de puntos de intersección mutuos. Esto da como resultado un gráfico combinado, cuyos nodos son los puntos de intersección, y cuyos bordes son las secciones de la trayectoria entre los puntos de intersección. Si se emplea la eliminación, que ya se describió anteriormente, de bucles y fases de parada, y si se presupone una velocidad de movimiento aproximadamente
25 idéntica, la longitud de la sección de la trayectoria será una medida de la distancia espacial de los puntos de intersección. Si un primer usuario en su primera posición quiere encontrarse con un segundo usuario en una segunda posición, se calculará una ruta a través del gráfico para cada usuario, consistiendo la ruta en secciones de una trayectoria por la que son conducidos los usuarios. Métodos conocidos, tales como el
30 método de Dijkstra, descrito detalladamente en la bibliografía, están disponibles para calcular la ruta sobre gráficos. De esta manera, puede estimarse también una distancia respecto a un destino en cualquier momento. Mediante este concepto, puede crearse una base de datos que puede usarse globalmente, por ejemplo, para reunir dispositivos terminales sin ningún material de mapa.

El concepto de la invención puede mejorarse de manera que se almacena información semántica en puntos específicos en el tiempo. Puede tratarse del nombre de un lugar turístico por el que se pasa, por ejemplo, o, por ejemplo, información que indica que, en la posición actual, hay un cajero automático, o cualquier identificador de un punto de encuentro al que hay que regresar en el futuro. Esta información se almacena como puntos de información en una ruta, y a partir de entonces constituyen puntos independientes, denominados “puntos de interés” en el gráfico de encaminamiento previamente descrito. Otros usuarios del sistema pueden dejarse guiar ahora hacia esos puntos.

Finalmente, se proporcionarán tres posibilidades para aplicar el concepto de la invención.

Por ejemplo, un usuario aparca su coche en un aparcamiento en una ciudad que no conoce. Tras dejar el vehículo, conmuta su dispositivo terminal móvil, que puede ser un teléfono móvil o un PDA con función WLAN, a un modo de seguimiento. Posteriormente, el usuario visita lugares turísticos de la ciudad. Al final de su visita, el usuario quiere encontrar el camino de vuelta al coche. Conmuta su dispositivo a un modo de guiado y a continuación se le da instrucciones tales como “siga avanzando” u “otra dirección”. De manera optimizada, el dispositivo le guía de vuelta por su propia trayectoria, es decir elimina bucles y tiempos de parada. Para este caso de aplicación, no se requiere ningún intercambio de datos con un servidor o cualquier otro dispositivo móvil.

En un segundo ejemplo de aplicación, un usuario enciende su dispositivo terminal móvil y se conecta a un servidor a través de una red de acceso. Por ejemplo, un gráfico de encaminamiento que contiene rutas y puntos de cruce de usuarios previos ya está almacenado en el servidor. Un usuario ha almacenado un lugar designado “Lorenzkirche” (Iglesia de San Lorenzo). El usuario selecciona el punto “Lorenzkirche” de una pantalla de lugares turísticos y es guiado mediante salida acústica o visual.

En un tercer ejemplo de aplicación, se emplean robots automotores como dispositivos terminales. Un gráfico de encaminamiento que contiene rutas y puntos de cruce de otros robots o de viajes previos está almacenado, por ejemplo, en el servidor. Los robots presentan sensores de entorno, tales como cámaras, por medio de los que reconocen elementos del entorno. Con fines de orientación, los robots asocian elementos del entorno con puntos en el gráfico de encaminamiento. De esta manera,

los robots pueden explorar su entorno, registrar elementos del entorno, y relacionarlos (espacialmente) entre sí a través del gráfico de encaminamiento de manera autónoma. La ventaja de este método respecto a un mapa completo de elementos del entorno consiste en el gasto de memoria considerablemente reducido y en la rápida navegabilidad a través del gráfico de encaminamiento. Un usuario puede enviar posteriormente un robot directamente a un elemento del entorno. Además, pueden inferirse distancias entre elementos del entorno a partir del gráfico de encaminamiento. También es posible dejarse guiar, como usuario que lleva un dispositivo terminal portátil, hacia un elemento del entorno.

10 Son factibles posibilidades adicionales de aplicación, por ejemplo, en el ámbito de encontrar a un compañero. Se almacenan perfiles de usuario acerca de usuarios. En caso de perfiles coincidentes, se informa de ello a dos compañeros y estos pueden dejarse guiar hacia un punto de encuentro. La distancia entre los dos compañeros se estima basándose en la longitud del trayecto.

15 Debido a su naturaleza, el concepto de la invención también es adecuado, en particular, para juegos en exteriores con un alto factor de interacción. Existe la posibilidad, por ejemplo, de buscarse entre sí y de dejar mensajes y señales en puntos específicos.

20 En resumen, un aspecto de la presente invención se presentará de nuevo con referencia a la figura 25.

La figura 25 muestra cuatro trayectos a través de una nave (A, B, C, D). Los trayectos se extienden desde A1 hasta A2, desde B1 hasta B2, desde C1 hasta C2, y desde D1 hasta D2, y forman los puntos de intersección S1 a S9.

25 Si el usuario B en su ubicación B2 quiere encontrarse con el usuario C (ubicación actual C2), se calculará una ruta a través del gráfico para cada usuario, consistiendo dicha ruta en secciones de trayecto por las que se guía a los usuarios. Métodos conocidos tales como el método de Dijkstra, que se describe en detalle en la bibliografía, están disponibles para calcular la ruta sobre los gráficos. De esta manera, la distancia respecto al destino puede estimarse en cualquier momento.

30 En el ejemplo, se guía al usuario B a través de S2, S4, S6, y S7, y se guía al usuario C en la dirección opuesta. El lugar donde finalmente se encuentren depende de la velocidad de desplazamiento de los usuarios.

En el ejemplo ilustrado en la figura 25, los trayectos se dibujan en un mapa, pero en realidad el gráfico combinado inicialmente no tiene ninguna referencia

posicional fija.

Una propiedad básica de este enfoque es que el método gestiona sin ninguna referencia posicional. Básicamente comprende navegación sin localización.

5 Como resultado, no se requieren ni mapas del entorno, ni una fase de adquisición de datos (fase de aprendizaje con toma de huellas, base de datos con posición de transmisor en trilateración). Puede guiarse al usuario, por ejemplo, mediante órdenes intuitivas (por ejemplo “Siga avanzando”, “Otra dirección”) o mediante visualización (por ejemplo, colores que indican el grado de coincidencia del propio movimiento con el trayecto) o mediante señales de audio (por ejemplo, 10 similares a un detector de metales). Un ejemplo de guiado intuitivo se muestra en la figura 26.

La figura 26a muestra un cliente 220 en su trayecto de guiado ilustrado como una flecha 230. Para el escenario mostrado en la figura 26a, el algoritmo de guiado proporciona, según una realización de la presente invención, información intuitiva al 15 cliente 220 indicando que se encuentra en la trayectoria correcta y que ha de seguir avanzando, tal como se muestra, a modo de ejemplo, en la figura 26b. Por ejemplo, la figura 26b puede ser una representación en la pantalla de un PDA o un teléfono móvil.

La figura 26c muestra un escenario en el que el cliente 220 se ha alejado de su trayecto 230 de guiado. En este caso, el algoritmo de guiado también va a 20 proporcionar al cliente 220 información intuitiva correspondiente, (por ejemplo, “Por favor retroceda”), que se muestra en la figura 26d a modo de ejemplo. La figura 26d también puede ser una representación en la pantalla de un PDA o un teléfono móvil, por ejemplo.

En cuanto a su funcionamiento, el sistema es fácilmente inteligible (siguiendo el 25 principio de “Topfschlagen”, un juego de niños que consiste en encontrar algo) incluso para usuarios con pocos conocimientos técnicos, y exige requisitos mínimos en el dispositivo terminal móvil. Por tanto, el método también puede emplearse, además de para PDA y teléfonos móviles, para plataformas minúsculas sin pantallas, tales como nodos de radio inalámbricos en redes de sensores, iPods, etc. El sistema puede 30 usarse, sin ningún trabajo preparatorio, en cualquier entorno con redes inalámbricas, y es completamente independiente de la tecnología de red. La información de trayecto puede intercambiarse a través de cualquier red. Para aplicaciones que no contienen ningún guiado hacia un compañero, por ejemplo, encontrar el propio camino de vuelta al coche, no se requiere ningún acceso de red ni servidor para intercambiar datos.

Otra ventaja importante es la gestión del entorno sin mapas, los cuales normalmente no están disponibles y, en particular para áreas interiores, deben prepararse con una gran cantidad de esfuerzo. Con un sistema de guiado basado en un sistema de localización tal como se describe en la técnica anterior, son necesarios
5 mapas del entorno con el fin de identificar trayectorias transitables. De lo contrario, se calcularían rutas que no es posible usar como rutas en la práctica. El método descrito deja atrás esta necesidad de mapas, puesto que incluye sólo las trayectorias en el sistema por las que un usuario se ha desplazado ya satisfactoriamente. En particular, también es posible la estimación de distancias recorridas reales sin ningún mapa del
10 entorno por medio de este sistema.

El sistema puede mejorarse fácilmente porque puede almacenarse información semántica en determinados puntos en el tiempo. Puede tratarse, por ejemplo, del nombre de un lugar turístico por el que se está pasando, información que indica que hay un cajero automático cerca, o cualquier identificador de un lugar de encuentro que
15 ha de encontrarse de nuevo en el futuro. Esta información se almacena como puntos de información en el trayecto y a partir de entonces constituyen puntos independientes en el gráfico de encaminamiento mencionado anteriormente. Otros usuarios pueden dejarse ahora guiar hacia este punto.

En particular, debe observarse que, dependiendo de las circunstancias, el
20 concepto de la invención también puede implementarse en software. La implementación puede realizarse en un medio de almacenamiento digital, en particular un disco o un CD con señales de control legibles electrónicamente que puede actuar conjuntamente con un sistema informático programable y/o microcontrolador de modo que se realice el método respectivo. Generalmente, la invención por tanto también
25 consiste en un producto de programa informático que tiene un código de programa, almacenado en un soporte legible por máquina, para realizar el método de la invención, cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador y/o microcontrolador. Dicho de otro modo, la invención puede realizarse por tanto como un programa informático que tiene un código de programa para realizar el método,
30 cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador y/o microcontrolador.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para la localización de una posición o para la navegación, en una trayectoria, de señales de radio de transmisores de radio situados de manera fija que pueden recibirse a lo largo de la trayectoria, comprendiendo el aparato:
5 un medio de comparación propiedades electromagnéticas de las señales de radio identificando, de manera en gran parte unívoca, un punto de medición para examinar varias trayectorias de referencia basándose en características comunes de las propiedades electromagnéticas para un punto de intersección que caracteriza una posición geográfica idéntica en diferentes trayectorias de referencia, y para interconectar las trayectorias de referencia para formar un gráfico, considerándose los puntos de intersección y las posiciones actuales de dispositivos terminales como un nodo, y considerándose una parte de una trayectoria entre los puntos de intersección o posiciones actuales de los dispositivos terminales, respectivamente, como bordes del gráfico, y estando
10 caracterizada una trayectoria de referencia por una sucesión temporal de propiedades electromagnéticas previamente registradas de las señales de radio de transmisores de radio situados de manera fija;
un medio para determinar una trayectoria de guiado desde la posición hasta el punto de intersección, estando el medio para determinar la trayectoria de guiado configurado para determinar la trayectoria de guiado por medio de un algoritmo de encaminamiento basándose en el gráfico; y
un medio para determinar propiedades de las señales de radio de los transmisores de radio situados de manera fija en la posición en la trayectoria, comprendiendo las propiedades determinadas de las señales de radio
20 propiedades electromagnéticas de las señales de radio,
estando el medio de comparación configurado para comparar las propiedades electromagnéticas de las señales de radio con propiedades electromagnéticas previamente registradas de las señales de radio que caracterizan la trayectoria de guiado, y para determinar una relación entre la posición y la trayectoria de guiado basándose en un resultado de la comparación.
25
30
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el medio para determinar las propiedades está configurado para determinar una intensidad de campo recibido, un espectro de potencia recibida, y/o una relación de potencia de señal a ruido de las señales de radio en la posición.

3. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio para determinar las propiedades está configurado para determinar, a partir de las propiedades determinadas, una identificación de transmisor que identifica un transmisor de radio situado de manera fija.
- 5 4. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para conocer la potencia de transmisión actual de un transmisor de radio situado de manera fija.
5. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato comprende además un medio para procesar las propiedades
- 10 electromagnéticas determinadas de las señales de radio.
6. Aparato según la reivindicación 5, en el que el medio para procesar está configurado para asociar una propiedad de señal electromagnética predeterminada con una señal de radio de un transmisor de radio estacionario si no puede determinarse ninguna propiedad de señal electromagnética del
- 15 transmisor de radio, para obtener un número idéntico de propiedades electromagnéticas determinadas por intervalo de tiempo ΔT para una pluralidad de transmisores de radio en la posición, respectivamente.
7. Aparato según las reivindicaciones 5 ó 6, en el que el medio para procesar está configurado para ajustar $RSSI_k(i+1) = RSSI_k(i)$ si $RSSI_k(i+1) < (RSSI_k(i) - \Delta RSSI_k)$, en el que $RSSI_k(i+1) = RSSI_k(i)$ sólo puede repetirse dos veces para
- 20 dos valores de medición sucesivos en cada caso, y en el que $RSSI_k(i)$ es una medida de una intensidad de campo electromagnético, determinada en la posición en el valor de medición i-ésimo, de una señal de radio de un transmisor de radio estacionario k-ésimo.
- 25 8. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que el medio para procesar comprende un filtro paso bajo para poder determinar una forma de onda promedio de las propiedades electromagnéticas de las señales de radio de los transmisores de radio estacionarios.
9. Aparato según la reivindicación 8, en el que el medio para procesar comprende
- 30 además un medio para interpolar la forma (70) de onda promedio, estando el medio para interpolar configurado para interpolar la forma (70) de onda promedio cuando un máximo (maxDer) entre el segundo (zc2) y el tercer (zc3) cruce por cero de la derivada (74) de la forma de onda (70) es mayor que un valor X_1 , y cuando un mínimo (minDer) entre un primer (zc1) y el segundo (zc2)

cruce por cero de la derivada (74) de la forma de onda es menor que un valor X_2 , o cuando el máximo (maxDer) entre el segundo (zc2) y el tercer (zc3) cruce por cero de la derivada (74) de la forma de onda es mayor que un valor X_3 , y cuando el mínimo (minDer) entre el primer (zc1) y el segundo (zc2) cruce por

5 cero de la derivada (74) de la forma de onda es menor que un valor X_4 .

10. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio de comparación está configurado para asociar, con un paquete de medición buscado (MPbuscado) de intensidades de campo que corresponde a la posición en la trayectoria, aquellos N transmisores de radio estacionarios
- 10 que comprenden en la posición las N intensidades de campo más altas, y para colocarlos en un orden según las intensidades de campo, y para comparar entonces el paquete de medición buscado (MPbuscado) con un paquete de medición (MP*), que se determinó previamente de manera correspondiente, de la trayectoria de referencia.
- 15 11. Aparato según la reivindicación 10, en el que el medio de comparación identifica, por medio de una primera fase (90) de comparación, una similitud entre el paquete de medición buscado (MPbuscado) y el paquete de medición de referencia (MP*) precisamente cuando al menos N-1 transmisores de radio del paquete de medición buscado (MPbuscado) están contenidos en el paquete
- 20 de medición de referencia (MP*), y cuando el transmisor de radio con mayor intensidad del paquete de medición buscado (MPbuscado) está entre los dos transmisores de radio con mayor intensidad del paquete de medición de referencia (MP*), y cuando el N-ésimo transmisor de radio más intenso del paquete de medición buscado (MPbuscado) no está entre los dos transmisores
- 25 de radio con mayor intensidad del paquete de medición de referencia (MP*), y cuando el segundo transmisor de radio con mayor intensidad del paquete de medición buscado (MPbuscado) está entre los N-1-ésimos transmisores de radio con mayor intensidad del paquete de medición de referencia (MP*), en el que con una similitud hallada se tiene en cuenta el respectivo paquete de
- 30 medición de referencia en una cantidad de resultados (RQ1) de la primera fase de comparación.
12. Aparato según la reivindicación 11, en el que el medio de comparación comprende además una segunda fase (98) de comparación configurada para determinar, con la cantidad de resultados (RQ1) de la primera fase (90) de

comparación, una desviación estándar (σ) entre los resultados de la cantidad de resultados (RQ1) y el paquete de medición buscado (MPbuscado) según

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{x=1}^N (d_x - d_m)^2},$$

donde d_x significa una magnitud de la diferencia entre valores de RSSI de dos transmisores de radio estacionarios idénticos del paquete de medición buscado (MPbuscado) y un paquete de medición de referencia (MP*) a partir de la cantidad de resultados (RQ1) de la primera fase de comparación, y d_m significa un valor promedio de las diferencias d_x .

- 5 13. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio de comparación está configurado para comprobar las propiedades electromagnéticas previamente registradas que caracterizan la trayectoria de referencia para un bucle y/o una parada dentro de la trayectoria de referencia, y para extraer esas propiedades electromagnéticas que corresponden al bucle y/o a la parada, en caso necesario.
- 10 14. Método para la localización de una posición o para la navegación, en una trayectoria, de señales de radio de transmisores de radio situados de manera fija que pueden recibirse a lo largo de la trayectoria, comprendiendo el método: comparar propiedades electromagnéticas de las señales de radio identificando de manera en gran parte unívoca un punto de medición de varias trayectorias de referencia para buscar un punto de intersección basándose en características comunes de las propiedades electromagnéticas que caracterizan una posición geográfica idéntica en diferentes trayectorias de referencia, estando una trayectoria de referencia caracterizada por una sucesión temporal de propiedades electromagnéticas previamente registradas de las señales de radio de transmisores de radio situados de manera fija; interconectar las trayectorias de referencia para formar un gráfico, considerándose los puntos de intersección y las posiciones actuales de dispositivos terminales como un nodo, y considerándose una parte de una trayectoria entre los puntos de intersección o las posiciones actuales de los dispositivos terminales, respectivamente, como bordes del gráfico; determinar una trayectoria de guiado desde la posición hasta el punto de intersección por medio de un algoritmo de encaminamiento basándose en el gráfico; y
- 15 20 25 30

recibir las señales de radio de los transmisores de radio situados de manera fija en la posición en la trayectoria;

determinar propiedades de las señales de radio de los transmisores de radio situados de manera fija en la posición en la trayectoria de guiado, comprendiendo las propiedades determinadas de las señales de radio propiedades electromagnéticas de las señales de radio; y

comparar las propiedades electromagnéticas determinadas con propiedades electromagnéticas previamente registradas que caracterizan la trayectoria de guiado; y

determinar una relación entre la posición y la trayectoria de guiado basándose en un resultado de la comparación.

15. Programa informático que tiene un código de programa para realizar el método de localizar una posición según la reivindicación 14, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

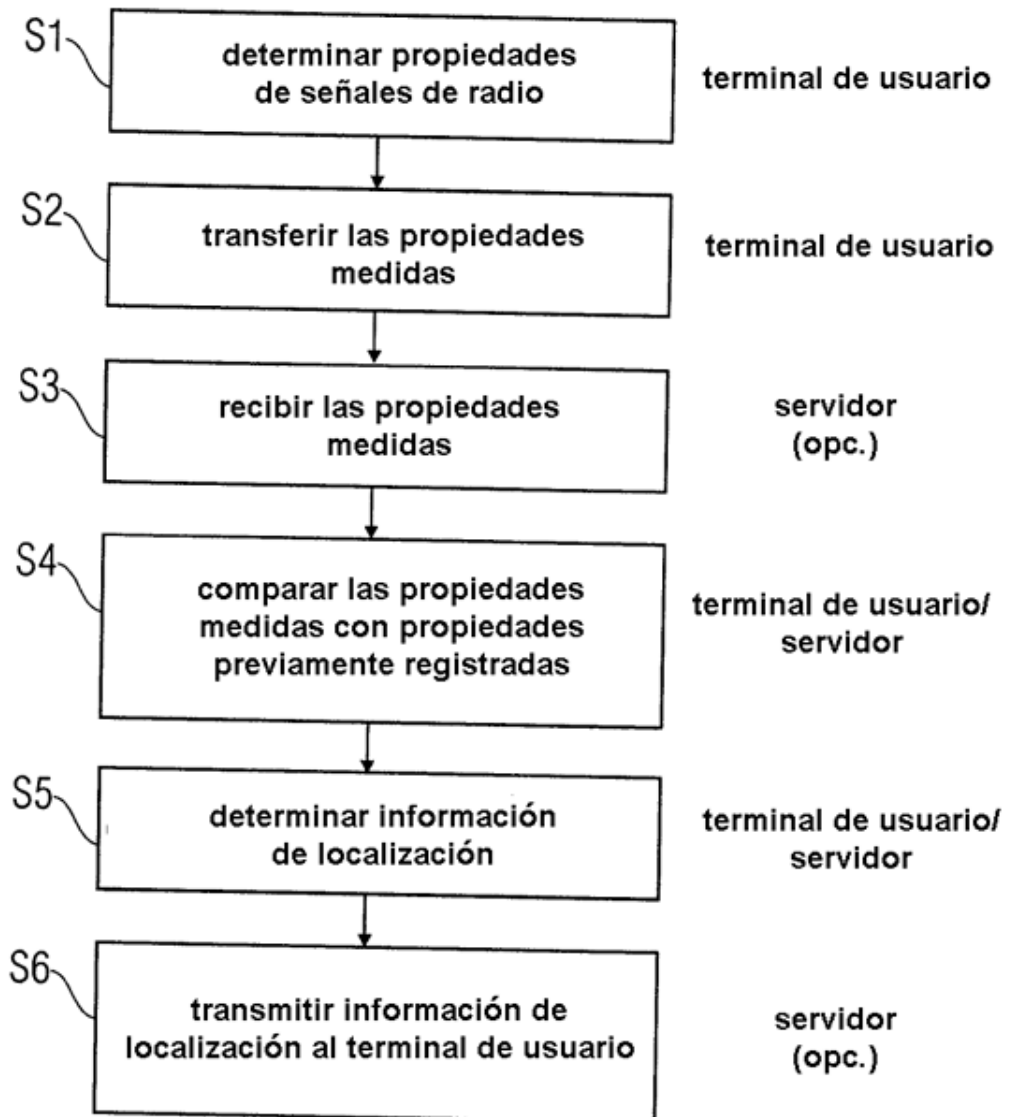


FIG 1

53

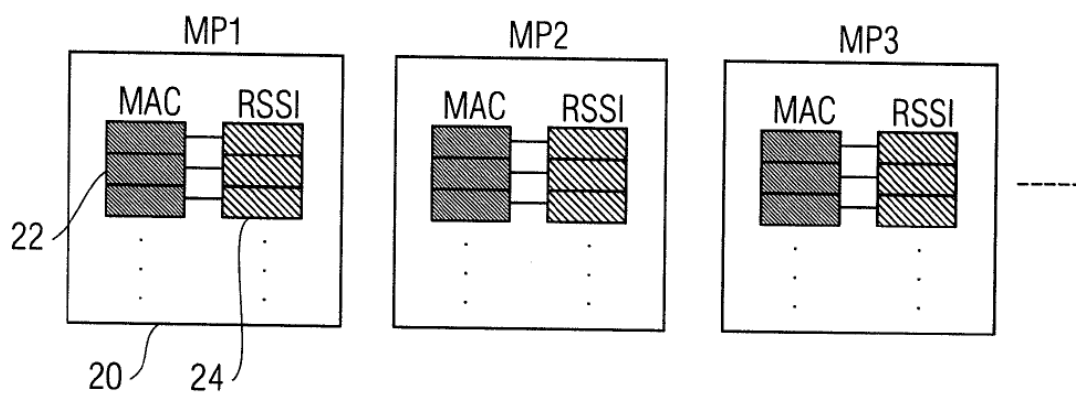


FIG 2

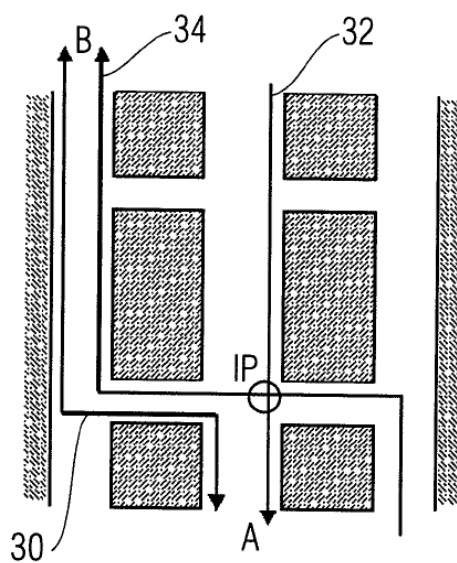


FIG 3

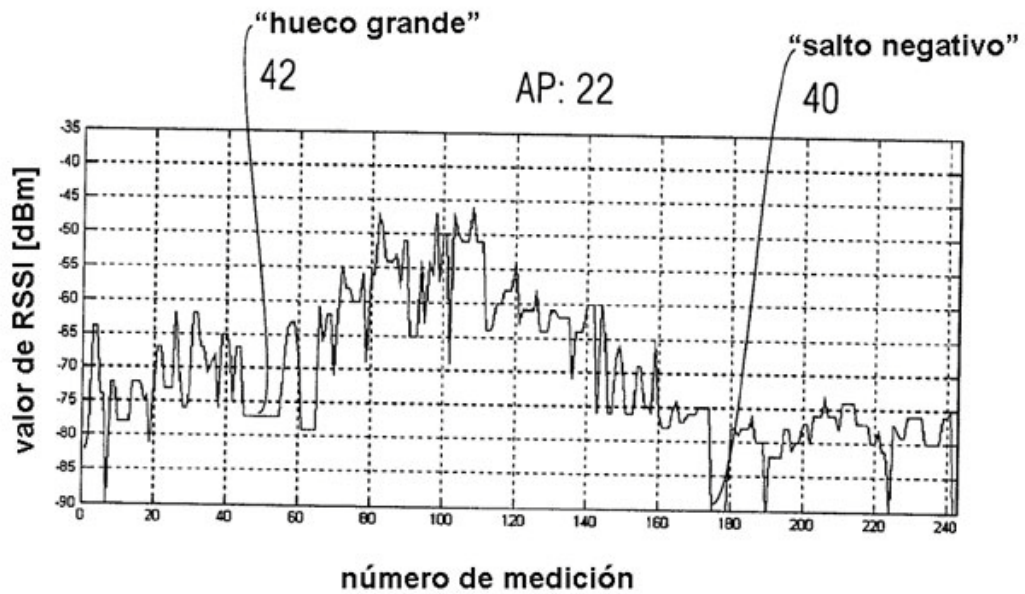


FIG 4

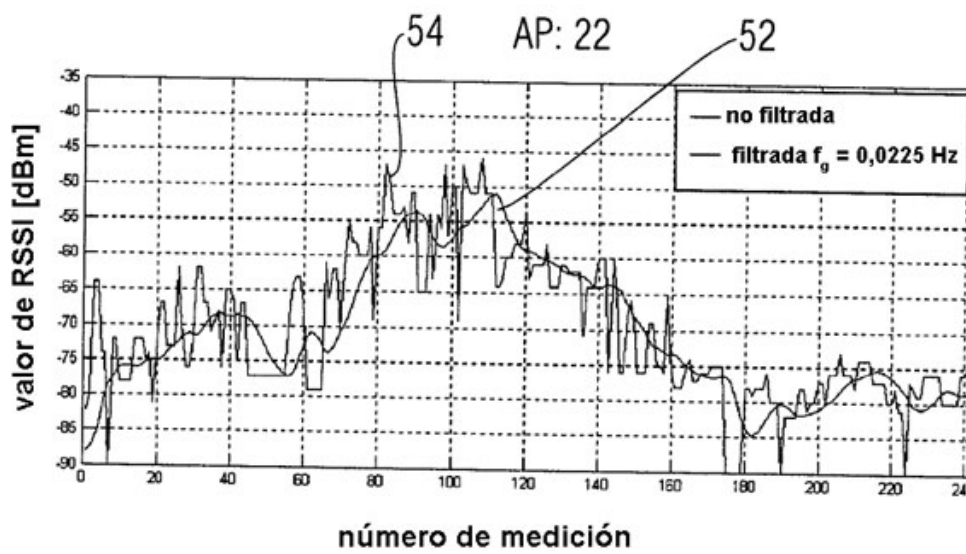


FIG 5

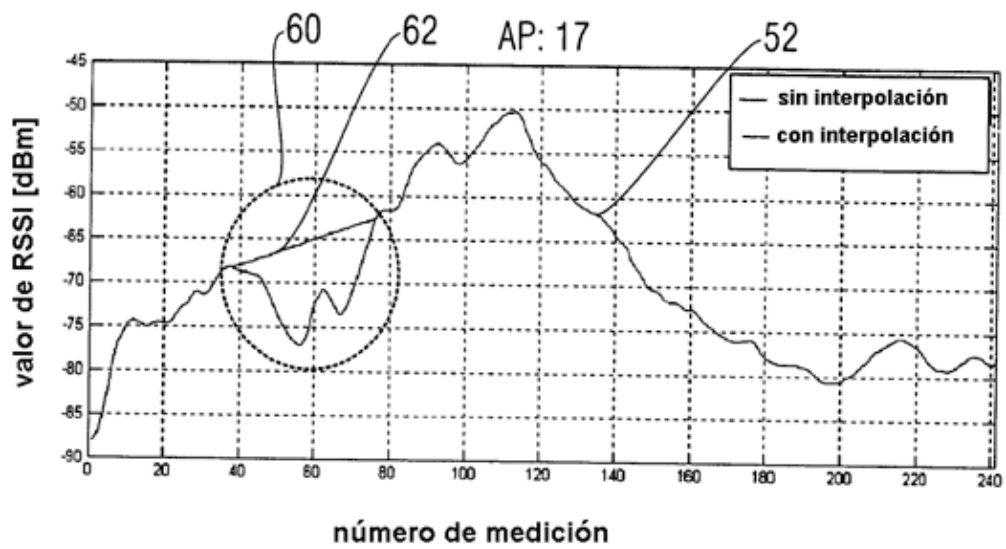


FIG 6

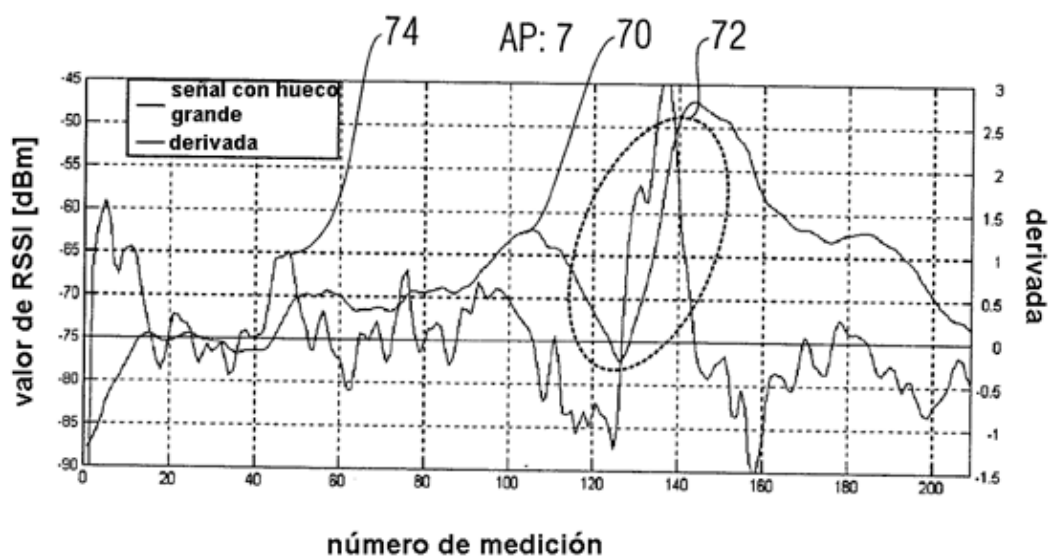


FIG 7

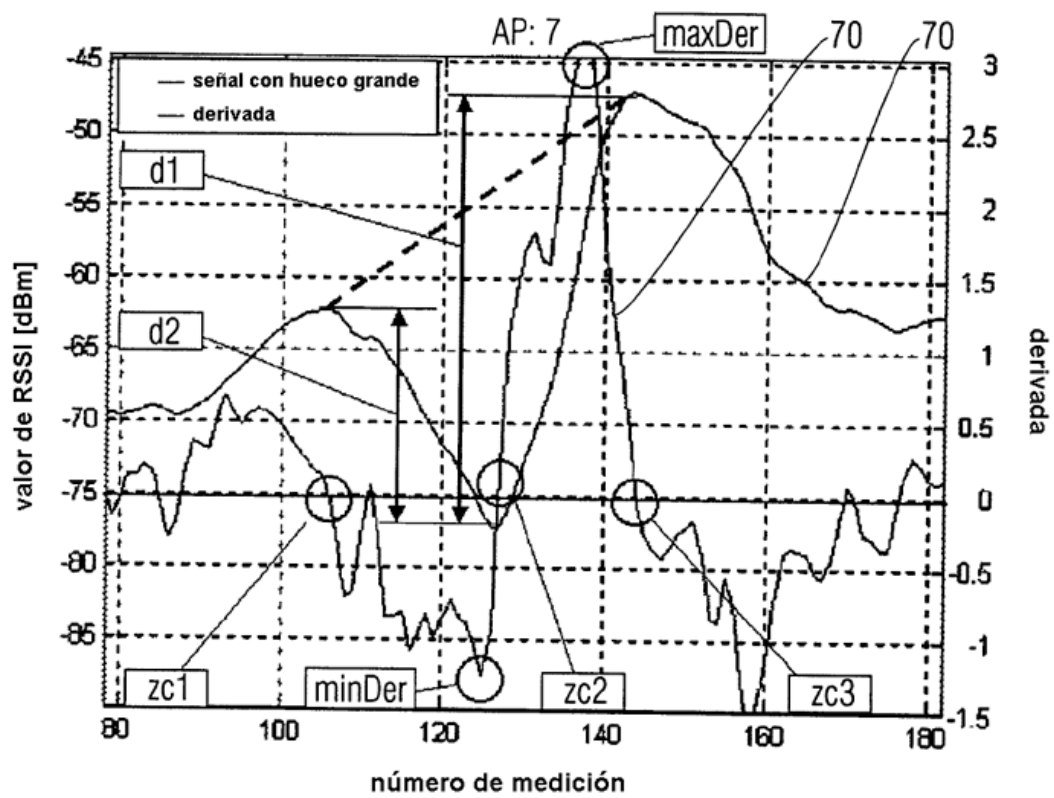


FIG 8

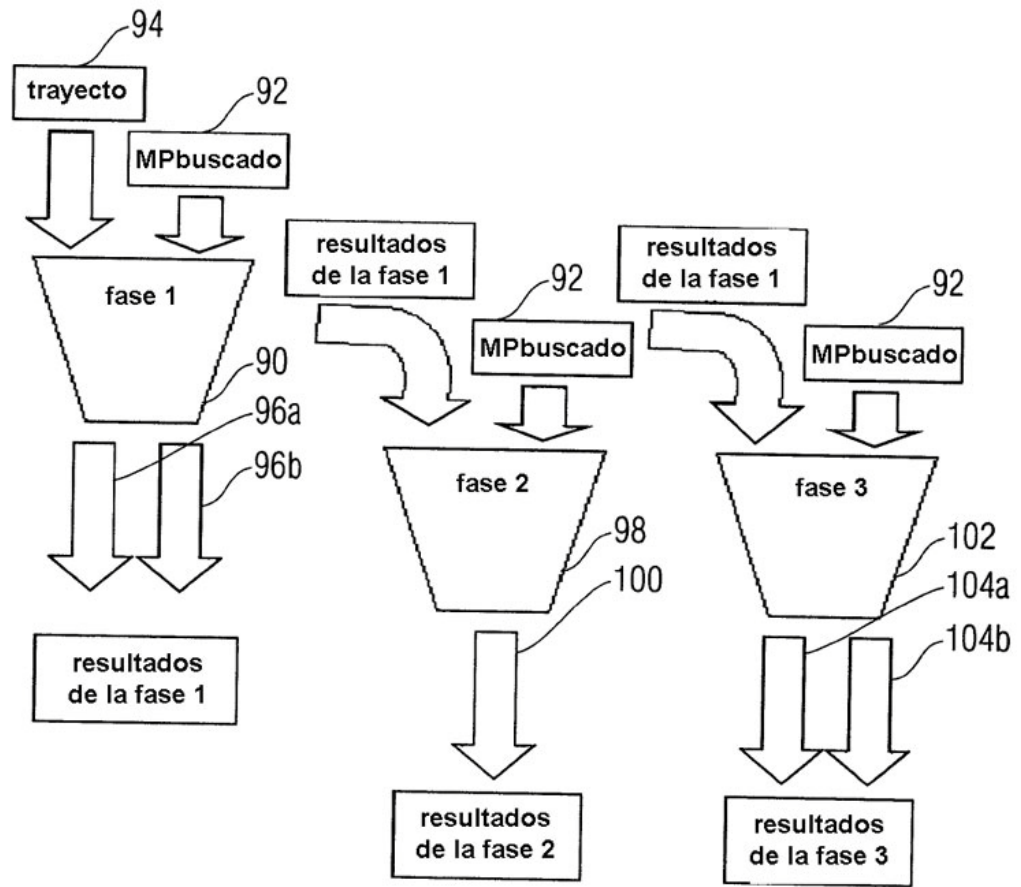


FIG 9

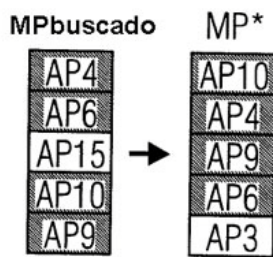


FIG 10A

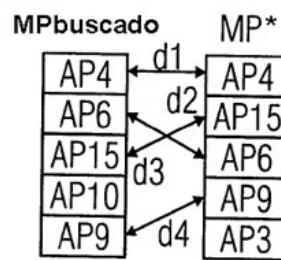


FIG 10B

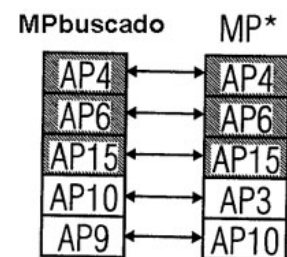


FIG 10C

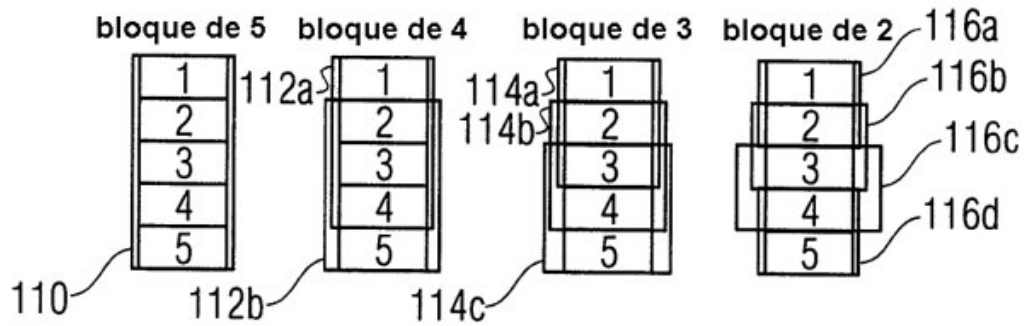


FIG 11A

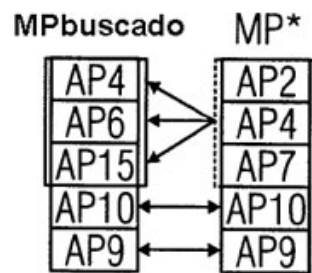


FIG 11B

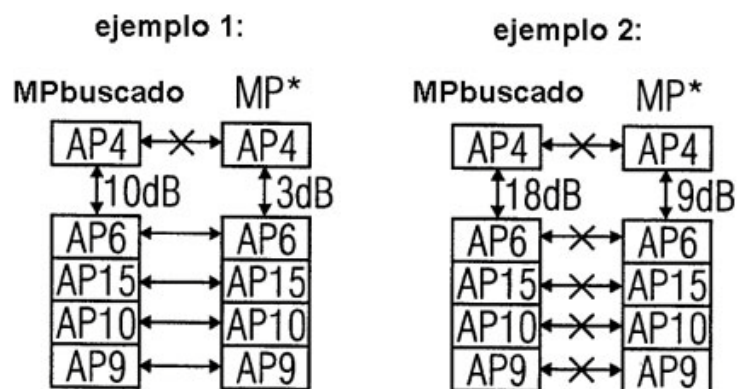


FIG 11C

resultados de valor más alto

rq2 > A		
A ≤ rq3b < B		rq3b ≥ B
RQ ↔ RQ2	RQ ↔ EM3b	sí no
		RQ ↔ RQ1b3b RQ ↔ RQ3b

FIG 12

resultados de valor superior más bajo

sí		
rq1b3 > D(D)		
RQ ↔ RQ1b3	sí	no
	sí	no
RQ ↔ RQ3	sí	no
	sí	no
RQ ↔ RQ1		
RQ ↔ RQ1b	RQ ↔ RQ1	

FIG 13

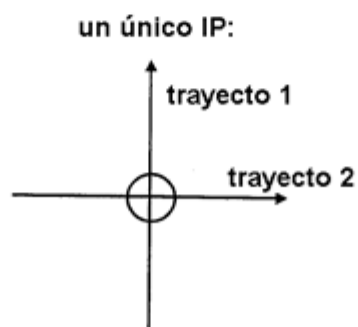


FIG 14

FIG 15

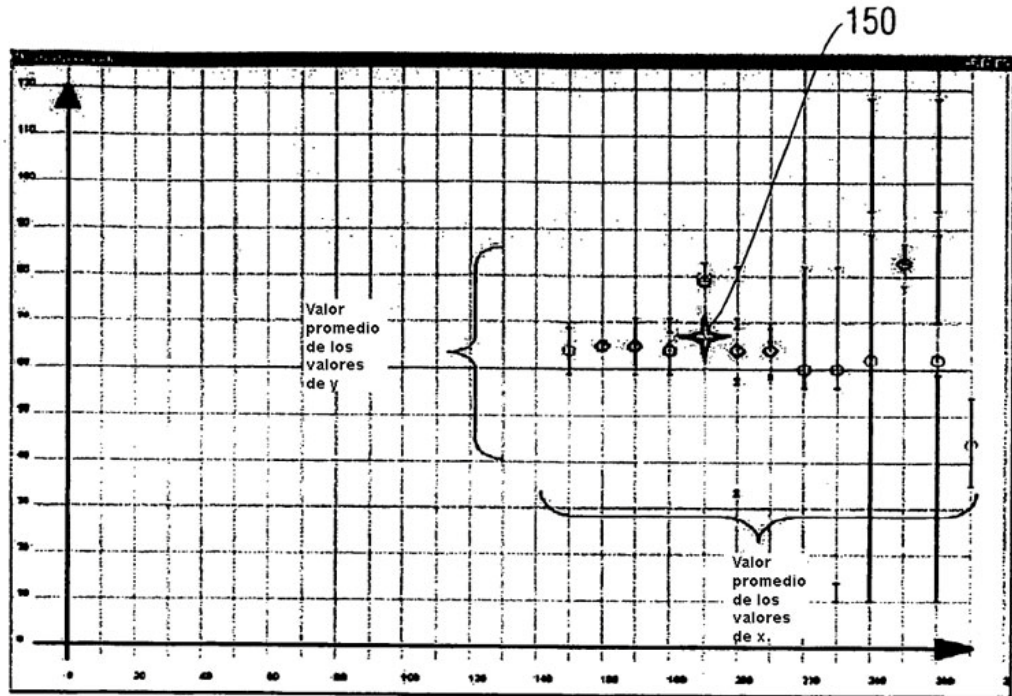


FIG 16

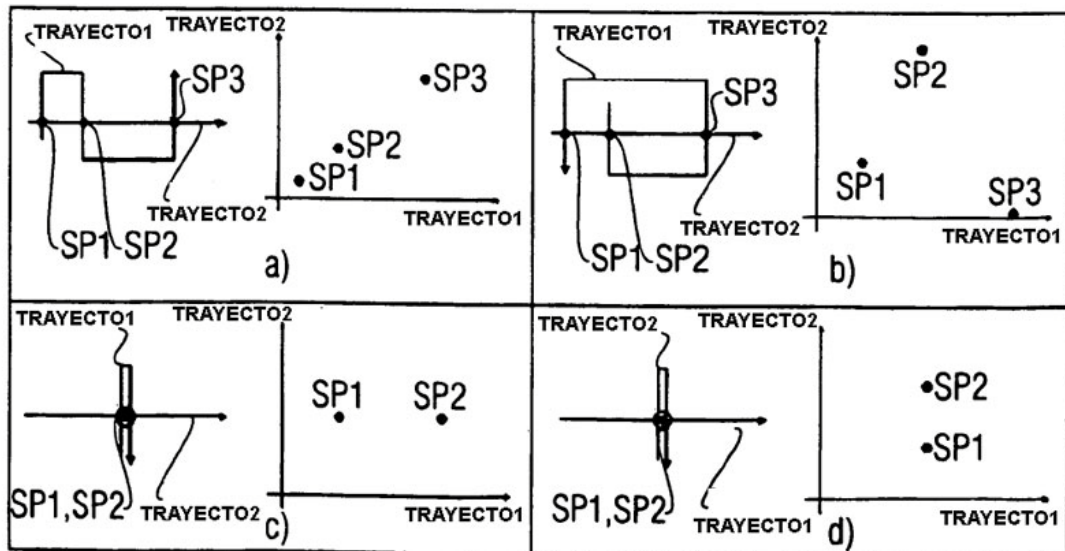


FIG 17

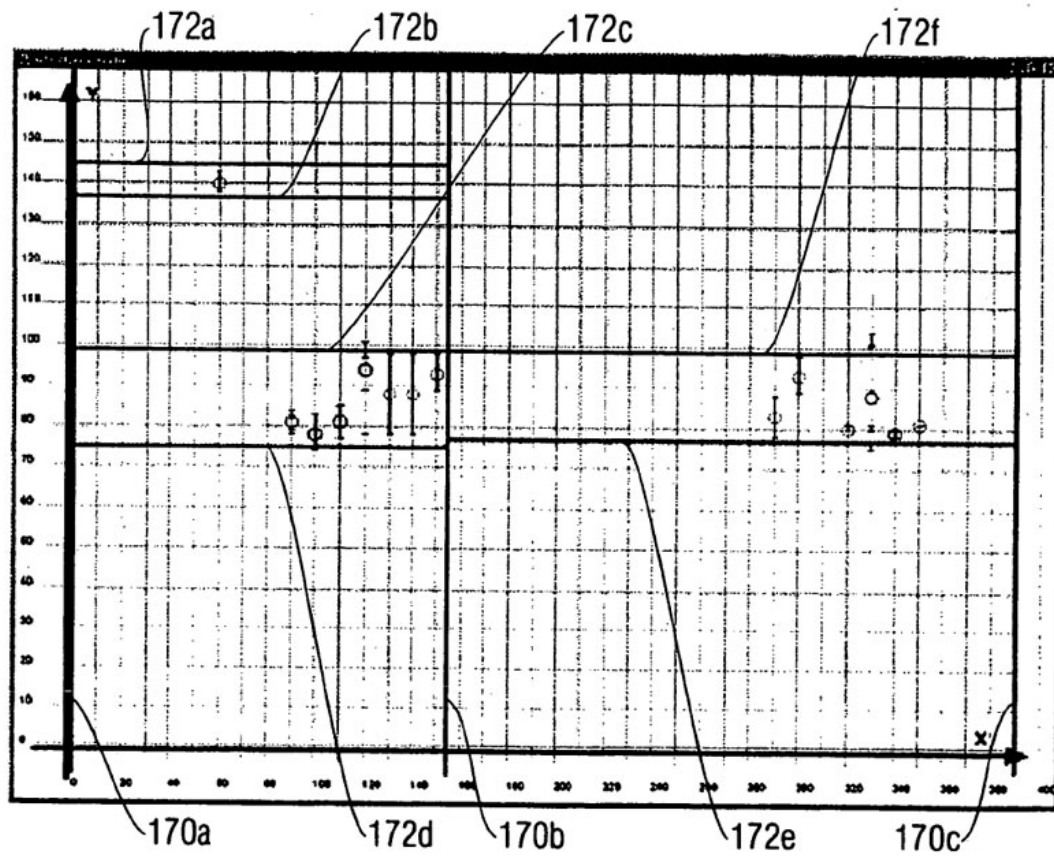


FIG 18

En trayecto:

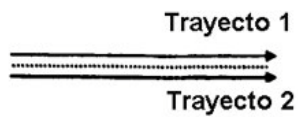


FIG 19

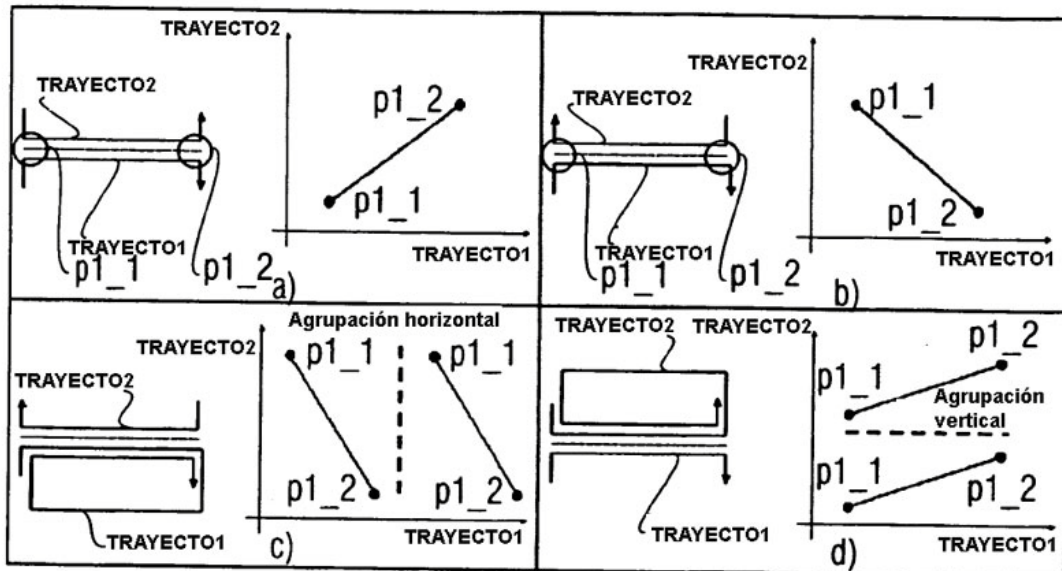


FIG 20

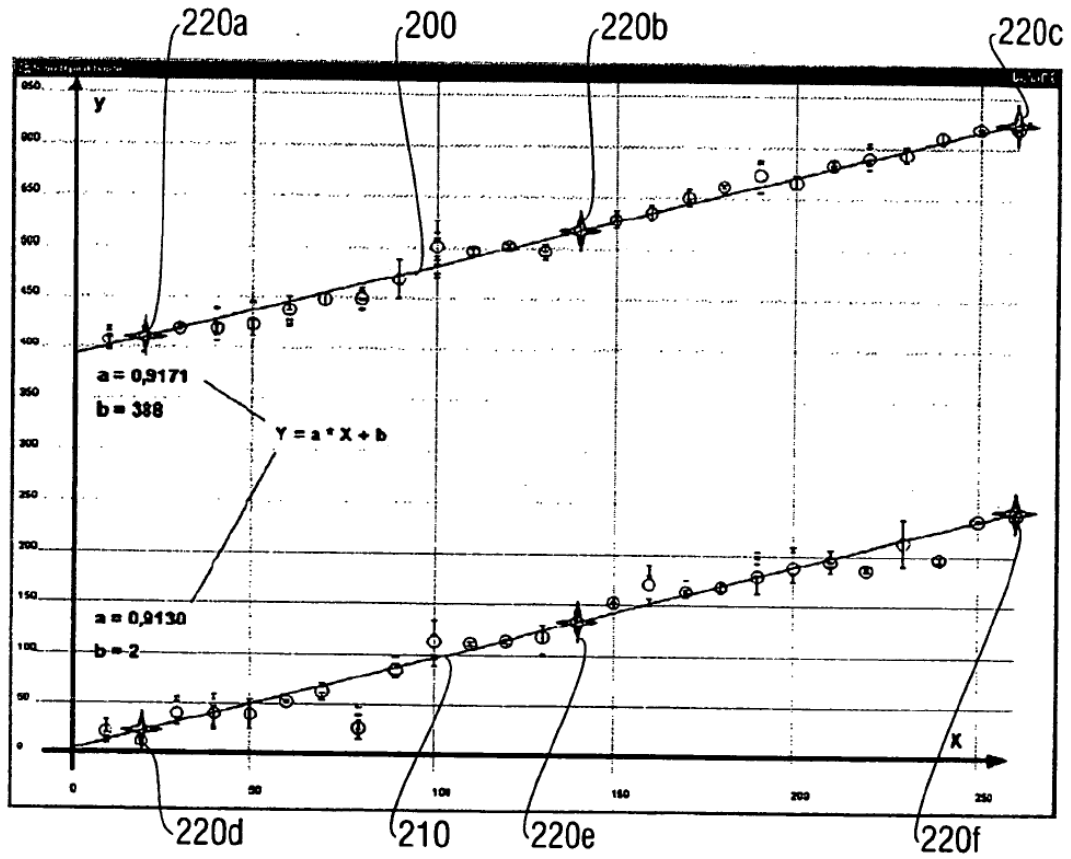
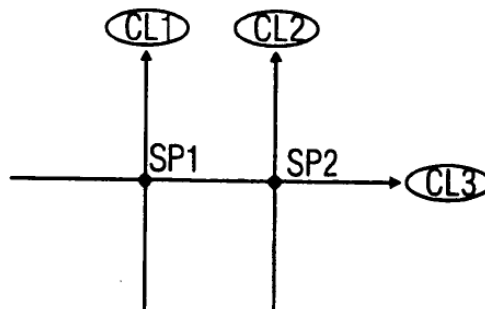
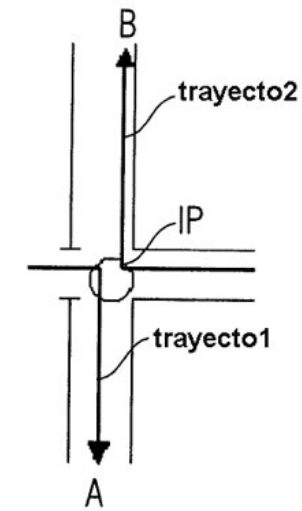


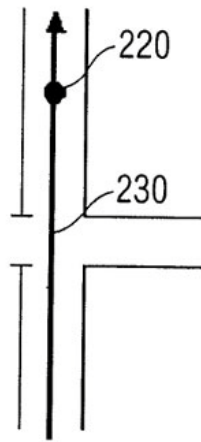
FIG 21





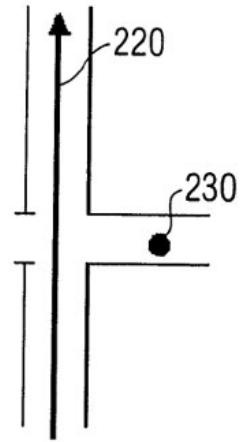
situación de
partida

FIG 22A



información:
"Siga avanzando"

FIG 22B



información:
"giro incorrecto"

FIG 22C

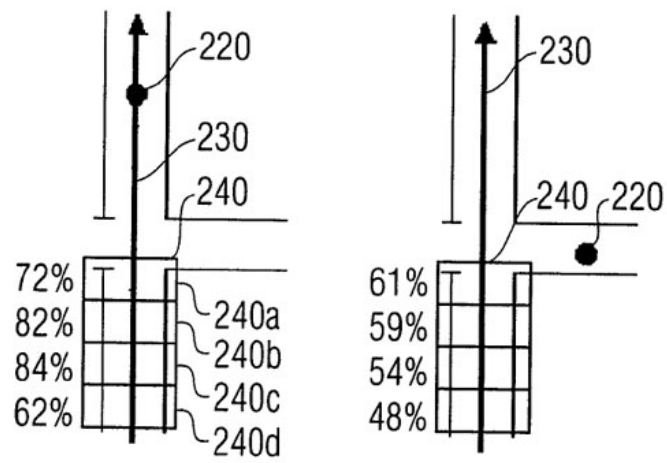


FIG 23

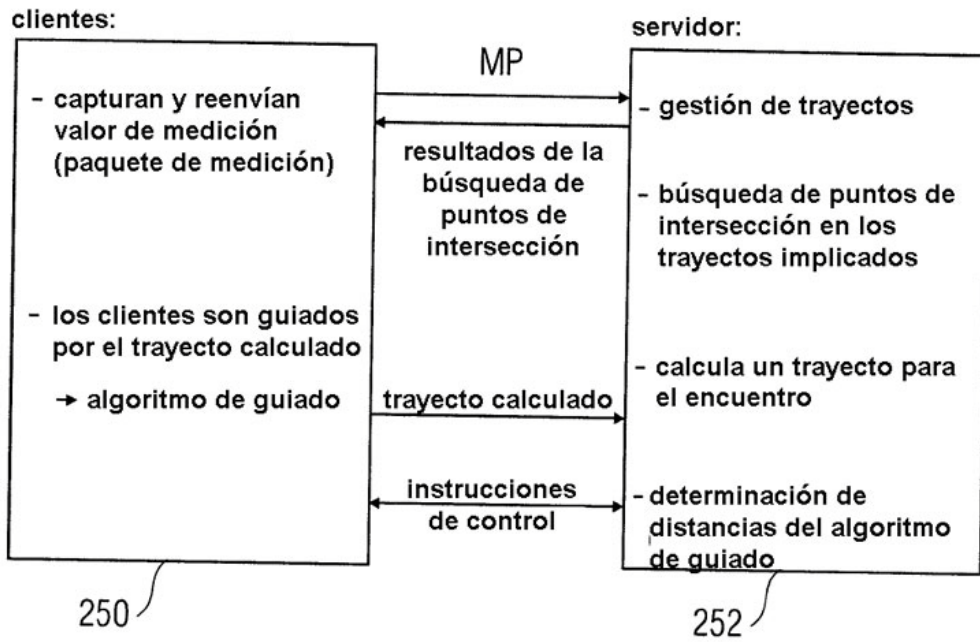


FIG 24

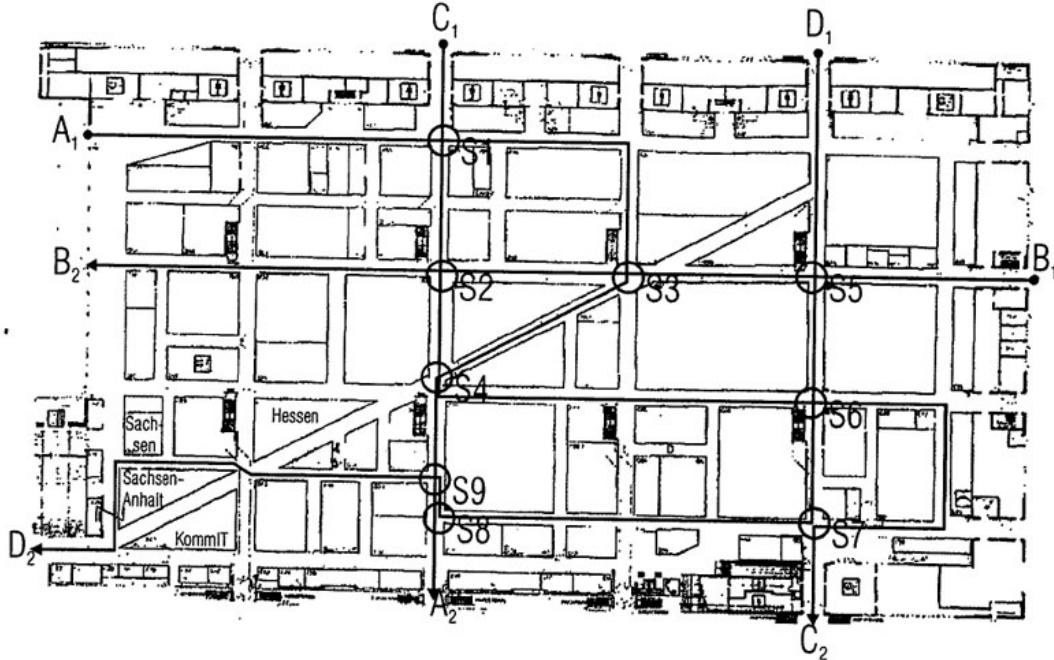


FIG 25

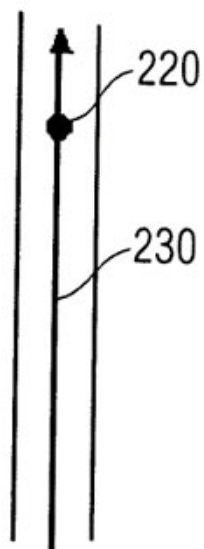


FIG 26A

FIG 26B

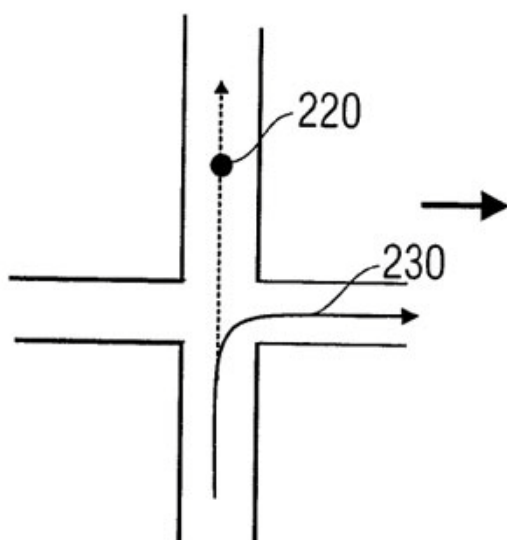


FIG 26C

FIG 26D