(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 371 982**

(51) Int. CI.:
G01S 5/08 (2006.01)
G01S 5/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **08749477 .9**
(96) Fecha de presentación: **16.05.2008**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2150833**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **10.02.2010**

(54) Título: **DISPOSITIVO PARA DETERMINAR UNA POSICIÓN DE DISPOSITIVO.**

(30) Prioridad:
13.06.2007 DE 102007027141

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.01.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.01.2012

(73) Titular/es:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
Hansastrasse 27c
80686 München, DE

(72) Inventor/es:
HUPP, Jürgen;
GHERMANN, Volker;
BÖHM, Felix;
FLÜGEL, Christian y
ELBERSKIRCH, Dominik

(74) Agente: **Arizti Acha, Monica**

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para determinar una posición de dispositivo

La presente invención se refiere al campo de la determinación de posición, tal como existe por ejemplo en receptores en redes de comunicación, de múltiples saltos o *ad hoc*, o redes de sensores.

En redes de comunicación sin cables es posible una determinación de posición de nodos de red individuales con frecuencia sólo de manera imprecisa. En particular en redes descentralizadas se realiza con frecuencia una localización cooperativa, pudiendo producirse ésta especialmente en las denominadas redes de sensores inalámbricas. Determinados nodos de red, se habla en este caso también de anclajes o nodos de anclaje, de los que se conoce la posición, sirven a este respecto como puntos de apoyo, para determinar una posición de un receptor. Por ejemplo tales nodos de anclaje pueden emitir o transmitir su posición, de modo que entonces otros nodos de radio móviles pueden recibirla. La información de posición recibida de los anclajes circundantes puede entonces evaluarse, pudiendo calcularse mediante la incorporación eventual de otros parámetros de recepción, por ejemplo la intensidad de campo de recepción, la propia posición de un receptor. A este respecto es problemática la precisión a menudo sólo limitada, que viene dada por ejemplo por los efectos en el campo de radio.

Un procedimiento convencional es por ejemplo la determinación o método de centros de gravedad, que también se denomina en inglés *centroid determination* (determinación de centroides). A este respecto un nodo de red recibe de los emisores circundantes sus posiciones de emisor, y determina un centro de gravedad geométrico. Dado que en este procedimiento no tiene lugar ninguna estimación de la distancia, la precisión que puede conseguirse con ello es sólo muy limitada.

Un procedimiento convencional adicional es el denominado método de centros de gravedad ponderados, que también se denomina en inglés *weighted centroid localisation* (WCL = localización de centroides ponderados). A este respecto un nodo de red recibe a su vez la información de posición de nodos de anclaje o de red circundantes y determina, basándose en la información de posición, un centro de gravedad ponderado, es decir las respectivas posiciones de los nodos de anclaje se ponderan por ejemplo con la intensidad de campo de recepción en el nodo de red. Este procedimiento presenta en particular en el caso de disposiciones irregulares imprecisiones elevadas, dado que un grupo de nodos que se encuentran próximos entre sí recibe un peso demasiado grande.

Este efecto puede explicarse más detalladamente mediante las figuras 6a y 6b. La figura 6a muestra un nodo de red M1, cuya posición debe determinarse. Los nodos de anclaje A1-A4 están dispuestos alrededor del nodo de red M1. En el ejemplo en la figura 6a se parte de que los nodos de anclaje A1-A4 envían la información de posición al nodo de red M1. Basándose en las intensidades de campo de recepción de los nodos A1-A4 individuales, así como su posición, el nodo de red M1 puede determinar su posición mediante el método de centros de gravedad ponderados. La determinación de posición del nodo M1 en la figura 6a funciona a este respecto de manera relativamente precisa, dado que los nodos de anclaje A1-A4 están dispuestos en su mayor parte de manera regular alrededor del nodo de red M1.

La figura 6b muestra un ejemplo adicional de un método de centros de gravedad ponderados. La figura 6b muestra a su vez un nodo de red M1, cuya posición debe determinarse. La posición real del nodo de red M1 está marcada en la figura 6b mediante un círculo discontinuo. En la figura 6b el nodo de red M1 está rodeado por seis nodos de anclaje A1-A6. En la figura 6b puede observarse que alrededor del nodo de anclaje A4 se encuentra una acumulación de nodos de anclaje, dado que en este caso los nodos de anclaje A4 a A6 se encuentran relativamente próximos entre sí. Según la explicación anterior el nodo de red M1 recibe la información de posición de los nodos de anclaje A1-A6 y forma una suma ponderada con las respectivas potencias de recepción, para determinar un centro de gravedad ponderado, según WCL. La posición determinada de esta manera está marcada en la figura 6b como un círculo continuo, pudiendo observarse que la posición se distorsiona por la acumulación de los nodos de anclaje en la esquina superior derecha, de modo que ahora se produce una imprecisión elevada.

Un procedimiento convencional adicional es la determinación de posición celular, presuponiéndose en este caso una red de comunicación celular, en inglés también *convex position estimation* (estimación de posición convexa). A este respecto tiene lugar una determinación de posición únicamente basándose en una identificación de células conocida (en inglés también *cell ID*, ID de célula), presentando este procedimiento una imprecisión elevada, dado que no se tiene en cuenta ninguna estimación de distancia y la precisión se determina mediante el tamaño de una célula.

Un procedimiento convencional adicional lo representa la triangulación, en la que mediante cálculo trigonométrico de por ejemplo tres o más posiciones de emisor se establece una posición de recepción. Con frecuencia las estimaciones de distancia usadas en este caso son demasiado imprecisas como para posibilitar una triangulación y por consiguiente una determinación de posición precisa.

Un procedimiento convencional adicional es la denominada *maximum likelyhood multilateration* (multilateración de máxima probabilidad), es decir la maximización de una probabilidad de una estimación de posición, usándose una minimización de errores de una solución de un sistema de ecuaciones lineal para la determinación de posición. Este procedimiento exige mucho cálculo y necesita una red relativamente densa, es decir, que los respectivos nodos de anclaje no pueden estar muy alejados, dado que si no este método sería propenso a errores.

Una localización con WCL para la determinación de la ubicación por medio de posiciones de anclaje recibidas, que se ponderan con sus intensidades de campo de recepción (en inglés también RSSI = *Received Signal Strength Indicator*, indicador de intensidad de señal recibida), tal como se describió mediante la figura 6a, requiere para un cálculo de posición en 2D al menos tres anclajes no colineales. Si un nodo de red recibe posiciones de anclaje redundantes adicionales, entonces éstas pueden usarse para reducir las imprecisiones o fluctuaciones de los valores RSSI. Por ejemplo pueden reducirse magnitudes perturbadoras mediante el promediado de valores RSSI.

Según la figura 6b puede surgir el problema de la ponderación múltiple de nodos de anclaje que se encuentran próximos entre sí, lo que provoca imprecisiones adicionales. Básicamente puede usarse WCL, dado que presenta una complejidad reducida y por consiguiente puede implementarse bien en sistemas incrustados, pero según la descripción anterior presenta inconvenientes con respecto a la precisión de la determinación de posición.

En Jan Blumenthal *et al.*, "Precise Positioning with a Low Complexity Algorithm in Ad hoc Wireless Sensor Networks", PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation, junio de 2005, se da a conocer un procedimiento WCL y se aborda que se generan desventajas cuando en un intervalo angular determinado se encuentran emisores próximos entre sí, dado que entonces se falsea el resultado de la determinación de posición. Se determina una distribución de errores, que debe atribuirse a esta circunstancia.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un concepto mejorado para la determinación de posición en redes de comunicación.

Este objetivo se soluciona mediante un dispositivo según la reivindicación 1 y un procedimiento según la reivindicación 16. Según un ejemplo de realización la presente invención proporciona un dispositivo para determinar una posición de dispositivo con una unidad para recibir señales de una pluralidad de emisores. Además el dispositivo presenta una unidad para determinar las potencias de recepción de las señales de la pluralidad de emisores y una unidad para proporcionar posiciones de emisor de los emisores basándose en las señales de la pluralidad de emisores. El dispositivo comprende además una unidad para determinar una primera posición del dispositivo, basándose en las posiciones de emisor, estando configurada además la unidad para determinar la primera posición para, basándose en la primera posición y las posiciones de emisor, determinar direcciones de emisor, y para, basándose en las direcciones de emisor, las posiciones de emisor y las potencias de recepción, determinar una segunda posición del dispositivo. Una desviación entre la segunda posición y la posición de dispositivo es por ejemplo o incluso probablemente menor que una desviación entre la primera posición y la posición de dispositivo. Mediante una repetición iterativa de la operación puede mejorarse adicionalmente la desviación en promedio.

Los ejemplos de realización de la presente invención proporcionan además un procedimiento para determinar una posición de dispositivo con una etapa de recibir señales de una pluralidad de emisores y una etapa de determinar potencias de recepción de las señales de la pluralidad de emisores. El procedimiento comprende además una etapa de proporcionar posiciones de emisor de los emisores basándose en las señales de la pluralidad de emisores y una etapa de determinar una primera posición basándose en las posiciones de emisor. El procedimiento comprende además una etapa de determinar direcciones de emisor basándose en la primera posición y las posiciones de emisor, así como una etapa de determinar una segunda posición basándose en las direcciones de emisor, las posiciones de emisor y las potencias de recepción.

Los ejemplos de realización de la presente invención se basan en la idea básica de que, basándose en una primera posición menos precisa, puede determinarse en qué dirección se encuentra qué emisor. De este modo pueden determinarse puntos de acumulación, tal como se muestra por ejemplo en la figura 6b, y tenerlos en cuenta en la determinación de una segunda posición de tal manera que la precisión de la segunda posición puede aumentar con respecto a la primera. Los ejemplos de realización pueden presentar además etapas adicionales, en las que la segunda posición sirva ahora como punto de partida para la determinación de direcciones de emisor, tras lo cual puede tener lugar una determinación más precisa de las direcciones de emisor, lo que a su vez permite una determinación más precisa de la posición de dispositivo, etc.

Los ejemplos de realización pueden usar según esto, por ejemplo, el procedimiento WCL, disponiéndose previamente a este procedimiento una etapa, que puede agrupar y reunir los grupos circundantes de tal manera que resulta una precisión mejorada de una determinación de posición. Los ejemplos de realización pueden agrupar por ejemplo nodos de anclaje que se encuentran muy próximos entre sí para dar un emisor o nodo de anclaje virtual, pudiendo suministrar entonces por ejemplo el algoritmo WCL, basándose en los nodos de anclaje virtuales, una posición más precisa de manera correspondiente.

Los ejemplos de realización pueden determinar en primer lugar una posición inicial o una primera posición, por ejemplo mediante la determinación de un centro de gravedad o mediante el método de centros de gravedad ponderados. A este respecto pueden tenerse en cuenta todas las posiciones recibidas. La posición así determinada sirve ahora como punto de partida para una determinación de posición mejorada, que puede dividirse por ejemplo en dos fases, una fase de selección y una fase de sustitución. Estas dos fases pueden aplicarse repetidamente, pudiendo alcanzarse una precisión adicional en la determinación de posición. Una función de evaluación puede

hacer a este respecto que puedan detectarse mejoras y por consiguiente implementar un criterio de interrupción para una iteración.

Los ejemplos de realización de la presente invención se describen a continuación más detalladamente mediante las figuras adjuntas. Muestran

la figura 1 un ejemplo de realización de un dispositivo para determinar una posición de dispositivo;

la figura 2 un ejemplo de realización de un diagrama de flujo de un procedimiento para la determinación de una posición de dispositivo;

la figura 3 un ejemplo de realización adicional de un diagrama de flujo de un procedimiento para la determinación de una posición de dispositivo;

la figura 4 un ejemplo de realización de un nodo de red;

la figura 5a un ejemplo de realización de una determinación de un anclaje virtual o emisor virtual;

la figura 5b un ejemplo de realización de una determinación de un anclaje virtual o emisor virtual;

la figura 6a un ejemplo de un escenario para la determinación de la posición de un nodo de red; y

la figura 6b una ilustración para aclarar el falseado de la determinación de posición mediante la acumulación de nodos de anclaje.

La figura 1 muestra un ejemplo de realización de un dispositivo para determinar una posición de dispositivo. El dispositivo 100 comprende una unidad 110 para recibir señales de una pluralidad de emisores y una unidad 120 para determinar las potencias de recepción de las señales de la pluralidad de emisores. El dispositivo comprende además una unidad 130 para proporcionar posiciones de emisor de los emisores, basándose en las señales de la pluralidad de emisores. El dispositivo 100 comprende además una unidad 140 para determinar una primera posición del dispositivo 100, basándose en las posiciones de emisor, estando configurada además la unidad 140 para determinar la primera posición para, basándose en la primera posición y las posiciones de emisor, determinar direcciones de emisor y para, basándose en las direcciones de emisor, las posiciones de emisor y las potencias de recepción, determinar una segunda posición del dispositivo 100, siendo menor una desviación entre la segunda posición y la posición de dispositivo que una desviación entre la primera posición y la posición de dispositivo.

En los ejemplos de realización la unidad 140 para determinar la primera y la segunda posición puede estar configurada para, basándose en la segunda posición y las posiciones de emisor, determinar direcciones de emisor mejoradas y para, basándose en las direcciones de emisor mejoradas, determinar una posición mejorada, pudiendo ser una desviación entre la posición de dispositivo y la posición mejorada menor que la desviación entre la segunda posición y la posición de dispositivo y teniendo también por ejemplo, en el caso de una misma ponderación de las posibles constelaciones de parámetros de entrada, una probabilidad mayor o superior a la media.

En los ejemplos de realización la unidad 140 para determinar la primera y la segunda posición puede estar además configurada para seguir determinando direcciones de emisor mejoradas o adicionales basándose en posiciones mejoradas o adicionales y a continuación a su vez posiciones mejoradas o a su vez adicionales basándose en las direcciones de emisor mejoradas o a su vez adicionales, hasta que se cumpla un criterio de interrupción. En un ejemplo de realización de este tipo puede utilizarse un procedimiento iterativo. Los ejemplos de realización pueden aprovechar a este respecto que, basándose en posiciones mejoradas de la iteración anterior puede tener lugar una determinación más precisa de las direcciones de emisor. Si se determinan las direcciones de emisor de manera más precisa, entonces puede tener lugar dado el caso una mejor selección o agrupamiento de nodos de anclaje o emisores relevantes. La unidad 140 para determinar la primera y la segunda posición puede estar además configurada para, basándose en las direcciones de emisor y las potencias de recepción, agrupar, o determinar, emisores para dar emisores virtuales con posiciones de emisor virtuales y potencias de recepción virtuales. A este respecto los ejemplos de realización pueden agrupar en el transcurso de la iteración cada vez más emisores o también emisores virtuales para dar emisores virtuales, de modo que disminuye cada vez más una acumulación de emisores o emisores virtuales en una dirección determinada, posibilitándose por consiguiente una determinación de posición siempre más precisa. En los ejemplos de realización puede reducirse por consiguiente de manera iterativa un falseado de una determinación de posición. A este respecto cada iteración no tiene que representar necesariamente siempre una mejora con respecto a la etapa de iteración directamente anterior. Más bien puede ser que una nueva posición obtenida en una iteración presente en realidad una distancia algo mayor con respecto a la posición correcta que la posición de la que partió la iteración actual. Sin embargo, en promedio durante las iteraciones se conseguirá una mejora, cuya evolución a lo largo de las iteraciones puede alcanzar una saturación.

En los ejemplos de realización la unidad 140 para determinar la primera y la segunda posición puede estar además configurada para seguir agrupando emisores y emisores virtuales para dar emisores virtuales, hasta que las direcciones de emisor de los emisores y de los emisores virtuales se diferencien entre sí en ángulos que sean mayores que un ángulo mínimo predefinido o se queden por debajo de un número mínimo de emisores y emisores virtuales, pudiendo seleccionarse para el agrupamiento en cada caso emisores o emisores virtuales, cuyas direcciones de emisor se diferencien en menos del ángulo mínimo. Los ángulos mínimos puede tomar a este respecto por ejemplo valores de 10º, 20º, 30º, 60º, 120º, etc. Un número mínimo de emisores o emisores virtuales podría ser por ejemplo 2, 3, 4, 5, 6, etc.

En los ejemplos de realización la unidad 140 para determinar la primera y la segunda posición puede estar configurada para determinar una posición de un emisor virtual según las coordenadas x_v e y_v según

$$x_v = \frac{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} \cdot x_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i \cdot x_i}{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i},$$

$$y_v = \frac{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} \cdot y_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i \cdot y_i}{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i},$$

$$r_v = \frac{\Delta_{i+1} \cdot r^2_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i^2}{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i},$$

siendo

$\Delta_{i-1}, \Delta_{i+1}$ diferencias de ángulos adyacentes,

(x_v, y_v) una posición de emisor/anclaje virtual,

$(x_i, y_i), (x_{i+1}, y_{i+1})$ posiciones de emisor (emisor virtual)/anclaje seleccionadas,

r_v, r_i, r_{i+1} valores RSSI.

Además la unidad (140) para determinar la primera y la segunda posición puede estar configurada para, como función de evaluación V, determinar un valor promedio de los cuadrados de las desviaciones de las diferencias angulares de las direcciones de emisor de los emisores o de los emisores virtuales, según

$$\delta = \frac{1}{2} \cdot \frac{360}{n}$$

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (\Delta_i - \delta)^2,$$

siendo n el número de los emisores o emisores virtuales y Δ_i los ángulos entre emisores o emisores virtuales adyacentes, e interrumpir, en el caso de que el valor promedio, durante un número determinado de etapas de iteración en su totalidad, sea mayor o aumente o al menos el valor promedio muestre una tendencia a no disminuir más, o adicional o alternativamente interrumpir, en el caso de que el valor quede por debajo de un umbral predeterminado.

En los ejemplos de realización la unidad 130 para proporcionar puede estar además configurada para proporcionar las posiciones de emisor de los emisores basándose en las potencias de recepción y las direcciones de recepción. La unidad 130 para proporcionar puede estar a este respecto además configurada para proporcionar la dirección de recepción basándose en señales de recepción de una pluralidad de antenas. En este caso pueden utilizarse en los

ejemplos de realización campos de antenas, las denominadas redes de antenas, u otras antenas de orientación. Con ayuda de campos de antenas, que pueden existir por ejemplo en formas circulares, lineales, triangulares u otras formas geométricas conocidas, puede estimarse por ejemplo la dirección de incidencia de señales de emisores individuales, que entonces pueden usarse en los ejemplos de realización como direcciones de emisor. La unidad 130 para proporcionar puede proporcionar, basándose en una estimación de este tipo, tanto posiciones de emisor, mediante la estimación de la dirección y la distancia a través de la atenuación del campo de radio, como directamente las direcciones de emisor.

En otros ejemplos de realización la unidad 130 para proporcionar puede estar configurada para determinar las posiciones de emisor mediante la detección de la información de posición de las señales de la pluralidad de emisores. A este respecto un emisor podría estar equipado por ejemplo con una unidad GPS (GPS = *Global Positioning System*, sistema de posicionamiento global), para determinar su posición. El equipamiento con un módulo GPS debe entenderse en este caso como a modo de ejemplo, en principio son concebibles todos los procedimientos para la determinación de una posición, en particular también un escenario estacionario o cuasi-estacionario, no siendo ya móvil un emisor, sino presentando una posición fija, inalterable o alterable lentamente. Un emisor podría enviar su posición según esto como información en una señal de emisión a la unidad 130 para proporcionar, que mediante la detección de la propia información puede determinar la posición de un emisor. Además la unidad 130 para proporcionar puede tener en cuenta la intensidad de campo o la potencia de recepción recibida, para a partir de una potencia de emisión conocida y una atenuación del campo de radio conocida tener en cuenta un valor estimado para la distancia del emisor.

En los ejemplos de realización la unidad 140 para determinar la primera y la segunda posición puede estar además configurada para determinar posiciones mediante la determinación de un centro de gravedad o mediante la determinación de un centro de gravedad promediado por la potencia de recepción entre los emisores. Además la unidad 140 para determinar la primera y la segunda posición puede estar configurada para determinar posiciones mediante determinación de posición celular, mediante cálculo trigonométrico de la posición o mediante la minimización de errores de un sistema de ecuaciones.

En los ejemplos de realización la unidad 140 para determinar la primera y la segunda posición puede estar además configurada para relacionar una proximidad espacial de los emisores con una separación entre los emisores, para obtener un criterio para la agrupación de emisores. Además pueden tenerse en cuenta las simetrías de los emisores entre sí durante la determinación de posición o durante el agrupamiento. En una función de evaluación pueden tenerse en cuenta además las potencias de recepción de diferentes emisores.

La figura 2 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para determinar una posición de dispositivo. Una etapa 202 de recibir señales de una pluralidad de emisores va seguida de una etapa 204 de determinar potencias de recepción, basándose en las señales de la pluralidad de emisores. A continuación tiene lugar una etapa 206 de proporcionar posiciones de emisor de los emisores, basándose en las señales de la pluralidad de emisores. En los ejemplos de realización puede tener lugar en la etapa 206 también una consideración de las potencias de recepción, lo que está indicado mediante una flecha discontinua. En una etapa 208 tiene lugar la determinación de una primera posición basándose en las posiciones de emisor, pudiendo tenerse en cuenta opcionalmente también las potencias de recepción. En una etapa 210 pueden determinarse las direcciones de emisor, basándose en las posiciones de emisor y la primera posición, pudiendo tenerse en cuenta también en este caso opcionalmente las potencias de recepción. En una última etapa 212 se determina una segunda posición, basándose en las direcciones de emisor, las posiciones de emisor y las potencias de recepción, siendo menor una desviación entre la segunda posición y la posición de dispositivo que una desviación entre la primera posición y la posición de dispositivo.

En los ejemplos de realización el procedimiento puede presentar un bucle, pudiendo sustituirse la etapa 212 de determinar la segunda posición por una etapa 213 de determinar una posición mejorada. La figura 3 muestra un ejemplo de realización de un diagrama de flujo de un procedimiento de este tipo. A este respecto tiene lugar en una etapa 214 una comprobación de la precisión del resultado. Si aún no hay una cierta precisión, entonces puede suministrarse la posición mejorada de la etapa 213 a la etapa 210 de determinar direcciones de emisor como en adelante la primera posición, pudiendo determinarse direcciones de emisor mejoradas. Basándose en las direcciones de emisor mejoradas puede determinarse entonces a su vez en la etapa 213 una posición mejorada. Si se ha alcanzado la precisión deseada, entonces se emite en la etapa 214 la respectiva posición mejorada como posición de dispositivo. Puede seguir pasándose entonces por el bucle descrito hasta que se cumpla un respectivo criterio de interrupción. Un criterio de interrupción lo puede representar por ejemplo la varianza de los ángulos entre los emisores virtuales o emisores restantes. Dado que una distribución uniforme proporcionaría un resultado óptimo, puede estimarse la varianza hacia arriba, es decir puede interrumpirse el bucle por ejemplo cuando la varianza de los ángulos restantes queda por debajo de un cierto valor.

La figura 4 muestra a modo de ejemplo un nodo 400 de red, con una unidad 410 de emisión, una unidad 420 de control y una unidad 430 de recepción. Los ejemplos de realización de un dispositivo 100 pueden estar integrados por ejemplo en un nodo 400 de red, pudiendo ser opcionales la unidad 410 de emisión y la unidad 420 de control. Los emisores implicados pueden estar equipados además según la figura 4, pudiendo ser entonces opcionales la unidad 430 de recepción y la unidad 420 de control. Los ejemplos de realización funcionan por consiguiente con una

unidad 430 de recepción, necesitando los emisores, cuya posición de emisor se determina, únicamente una unidad 410 de emisión para proporcionar sus posiciones de emisor.

Los ejemplos de realización pueden dividirse en dos fases, una fase de selección y una fase de sustitución. En la fase de selección se buscan nodos de anclaje o emisores o emisores virtuales, que se encuentran de manera especialmente favorable entre sí. Para cada emisor puede determinarse un ángulo de dirección partiendo de la posición inicial o primera posición. A este respecto son concebibles diferentes ejemplos de realización. Por ejemplo los emisores pueden transmitir sus posiciones de manera explícita en las señales, tal como por ejemplo sus coordenadas GPS. En general es concebible cualquier coordenada que un emisor también puede determinar mediante otros mecanismos. En particular en el caso de emisores estacionarios sus coordenadas podrían estar predeterminadas de manera fija. Otra posibilidad vendría dada por la utilización de denominadas antenas de orientación o campos de antenas. A este respecto se utilizan antenas que presentan una característica de orientación predeterminada. Esto puede conseguirse mediante geometrías de antena correspondientes o mediante una disposición de varias antenas. A este respecto son concebibles geometrías circulares, triangulares, lineales y en principio cualquier geometría que pueda realizarse, y basándose en la cual pueda realizarse una estimación de la dirección o del ángulo.

En los ejemplos de realización pueden clasificarse los emisores o nodos de anclaje entonces según sus ángulos, tras lo cual puede pasarse por los mismos por orden y pueden calcularse las diferencias de los ángulos entre anclajes adyacentes. En los ejemplos de realización se establece entonces por ejemplo una diferencia angular mínima o que queda por debajo de un umbral, y se eligen los dos emisores, emisores virtuales o nodos de anclaje, que presentan dicho ángulo entre sí, para un agrupamiento para dar un emisor o nodo virtual.

La fase de sustitución tiene ahora el objetivo de eliminar la diferencia angular mínima, o también otra diferencia angular, sustituyendo dos nodos de anclaje, emisores o emisores virtuales seleccionados por un nodo de anclaje o emisor virtual. Este nodo de anclaje virtual tiene a su vez una posición de emisor y una potencia de recepción, tal como por ejemplo un valor RSSI. La posición se encuentra entonces entre los dos emisores o nodos de anclaje seleccionados, la potencia de recepción o el valor RSSI se encuentra entre las potencias de recepción o los valores RSSI de los nodos de anclaje, emisores o emisores virtuales seleccionados. Los valores pueden ponderarse entonces en un ejemplo de realización en relación con las diferencias de ángulos adyacentes y los valores RSSI de los nodos de anclaje seleccionados. De este modo pueden igualarse lo máximo posible las diferencias de ángulos adyacentes del nodo de anclaje o emisor virtual, pudiendo tenerse en cuenta los valores RSSI.

El cálculo puede tener lugar en un ejemplo de realización según la fórmula siguiente:

$$x_v = \frac{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} \cdot x_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i \cdot x_i}{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i},$$

$$y_v = \frac{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} \cdot y_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i \cdot y_i}{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i},$$

$$r_v = \frac{\Delta_{i+1} \cdot r^2_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i^2}{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i},$$

siendo

$\Delta_{i-1}, \Delta_{i+1}$ diferencias de ángulos adyacentes,

(x_v, y_v) una posición de emisor/anclaje virtual,

$(x_i, y_i), (x_{i+1}, y_{i+1})$ posiciones de emisor (emisor virtual)/anclaje seleccionadas,

r_v, r_i, r_{i+1} valores RSSI.

En los ejemplos de realización, para proporcionar un criterio de interrupción, puede utilizarse una función de evaluación. Una función de evaluación es por ejemplo la mejora de una posición determinada tras pasar tal como se describió anteriormente una fase de selección y una fase de sustitución. En general puede haber para cada anclaje

redundante una pasada, eliminándose en cada pasada un emisor o nodo de anclaje mediante agrupamiento. El objetivo de esta iteración es determinar por ejemplo un centro de gravedad, es decir disponer la dirección de los nodos de anclaje o emisores de la manera más uniformemente distribuida posible alrededor de la propia posición, es decir la posición de dispositivo. En un caso óptimo, si todas las diferencias angulares o valores RSSI fueran de la misma magnitud, la posición de dispositivo sería igual al centro de gravedad entre los emisores y emisores virtuales restantes. En un ejemplo de realización se ofrece según esto como función de evaluación la varianza V de las diferencias angulares. Puede formarse el promedio de los cuadrados de las desviaciones de las diferencias angulares para dar el valor esperado $\delta = \frac{1}{2} \cdot \frac{360}{n}$, siendo n igual al número de emisores o emisores virtuales,

$$\delta = \frac{1}{2} \cdot \frac{360}{n}$$

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (\Delta_i - \delta)^2 .$$

Por ejemplo ahora puede decidirse mediante la comparación de los valores de varianza antes y después de una pasada, si la posición de dispositivo con WCL se vuelva más precisa o no. También puede interrumpirse la iteración del refinamiento en el caso de una distribución suficientemente favorable de los anclajes o emisores y emisores virtuales.

En los ejemplos de realización pueden utilizarse en la fase de sustitución también otras estrategias de sustitución, con lo que se posibilita una adaptación al respectivo escenario de utilización. Por ejemplo podría relacionarse la proximidad espacial de anclajes individuales entre sí con la separación con el dispositivo, para conseguir así un agrupamiento. En ejemplos de realización adicionales es concebible tener en cuenta, en la fase de selección o en la función de evaluación, simetrías de anclaje, es decir simetrías de emisores y simetrías de emisores virtuales. Además una función de evaluación en un ejemplo de realización también podría tener en cuenta los valores RSSI, es decir las potencias de recepción.

En general puede establecerse que los ejemplos de realización optimizan procedimientos para la determinación de posición, realizándose un esfuerzo adicional únicamente reducido para por ejemplo el procedimiento WCL y pudiendo aumentarse sin embargo la precisión considerablemente, dado que puede evitarse eficazmente un desplazamiento de la posición calculada con WCL hacia los emisores o nodos de anclaje que se encuentran próximos. En otros ejemplos de realización es además concebible ubicar varios nodos de anclaje o emisores a propósito de tal manera que a partir de una dirección de preferencia determinada se genere una redundancia por el agrupamiento de emisores. Los ejemplos de realización permiten por consiguiente un promediado de las potencias de recepción o los valores RSSI imprecisos y fluctuantes. A través de la función de evaluación puede determinarse una medida para la precisión de la posición, a partir de lo cual puede generarse un bucle de iteración eficaz. Los ejemplos de realización funcionan además sin mensajes adicionales entre los emisores y el dispositivo.

La figura 5a explica una vez más un ejemplo de realización de un procedimiento para la determinación de posición. La figura 5a muestra un nodo de red o un dispositivo para la determinación 500 de posición, que está rodeado por varios nodos 502, 504, 506, 508, 510 y 512 de anclaje. Tal como puede observarse en la figura 5a, existe una diferencia angular mínima entre los nodos 510 y 512 de anclaje. Los ejemplos de realización pueden agrupar ahora los nodos de anclaje o emisores 510 y 512 para dar un anclaje virtual o emisor 514 virtual, tal como se indica en la figura 5a mediante ambas flechas. La figura 5b muestra el escenario resultante, en el que ahora se han sustituido los dos nodos de anclaje o emisores 510 y 512 por el emisor 514 o anclaje virtual. Puede observarse que los ejemplos de realización consiguen por consiguiente una distribución mejorada de las diferencias angulares de los emisores, que están implicados en la determinación de posición. La figura 5b muestra el mismo escenario que la figura 5a, es decir los otros nodos de anclaje o emisores 502, 504, 506 y 508 son iguales a los de la figura 5a.

Los ejemplos de realización implementan una ventaja en la determinación de posición de un dispositivo, haciendo referencia a una distribución angular de nodos de anclaje o emisores, a los que se recurre para determinar la posición. A este respecto los ejemplos de realización determinan en primer lugar las direcciones de emisor de aquellos emisores implicados, para realizar una primera determinación de posición más aproximada. Basándose en esta primera posición pueden determinarse ahora los ángulos y diferencias angulares entre las direcciones de incidencia de las señales de los emisores implicados individuales, pudiendo tenerse en cuenta ahora una acumulación de emisores en una dirección determinada, con lo que se hace posible a su vez una determinación más precisa de una segunda posición.

En particular se indica que en función de las particularidades, el esquema según la invención también puede estar implementado en software. La implementación puede tener lugar en un medio de almacenamiento digital, en particular un disco, un CD o un DVD con señales de control legibles electrónicamente, que así pueden actuar conjuntamente con un sistema informático programable para que se ejecute el procedimiento correspondiente. En general la invención consiste por consiguiente también en un producto de programa informático con un código de programa almacenado en un soporte legible por máquina para realizar el procedimiento según la invención, cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. Dicho de otro modo, la invención puede realizarse por consiguiente como un programa informático con un código de programa para realizar el procedimiento, cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador.

Lista de números de referencia

100	dispositivo para determinar una posición de dispositivo
110	unidad para recibir
120	unidad para determinar las potencias de recepción
130	unidad para proporcionar
140	unidad para determinar una primera y una segunda posición
202	recibir señales
204	determinar potencias de recepción
206	proporcionar posiciones de emisor
208	determinar una primera posición
210	determinar direcciones de emisor
212	determinar una segunda posición
213	determinar una posición mejorada
214	comprobación de la precisión
400	nodo de red
410	unidad de emisión
420	unidad de control
430	unidad de recepción
500	dispositivo para la determinación de posición
502	nodo de anclaje o emisor o emisor virtual
504	nodo de anclaje o emisor o emisor virtual
506	nodo de anclaje o emisor o emisor virtual
508	nodo de anclaje o emisor o emisor virtual
510	nodo de anclaje o emisor o emisor virtual
512	nodo de anclaje o emisor o emisor virtual
514	emisor virtual

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (100) para determinar una posición de dispositivo, con las siguientes características:

una unidad (110) para recibir señales de una pluralidad de emisores;

una unidad (120) para determinar las potencias de recepción de las señales de la pluralidad de emisores;

una unidad (130) para proporcionar posiciones de emisor de los emisores, basándose en las señales de la pluralidad de emisores; y

una unidad (140) para determinar una primera posición del dispositivo (100) basándose en las posiciones de emisor, caracterizado porque la unidad (140) para determinar la primera posición está configurada además para

basándose en la primera posición y las posiciones de emisor, determinar direcciones de emisor,

basándose en las direcciones de emisor, agrupar emisores con una diferencia angular mínima o que se encuentra por debajo de un umbral para dar un emisor virtual con una posición de emisor virtual, que se encuentra entre los emisores con una diferencia angular mínima o que se encuentra por debajo del umbral, y con una potencia de recepción virtual, que se encuentra entre las potencias de recepción de las señales de los mismos, y

basándose en la posición de emisor virtual y la potencia de recepción virtual de los emisores virtuales y las posiciones de emisor y las potencias de recepción de los emisores restantes, determinar una segunda posición del dispositivo (100).

2. Dispositivo (100) según la reivindicación 1, en el que la unidad (140) para determinar la primera y la segunda posición está configurada para, basándose en la segunda posición y las posiciones de emisor, determinar nuevas direcciones de emisor y para, basándose en las nuevas direcciones de emisor, determinar una posición adicional, siendo una desviación entre la posición de dispositivo y la posición adicional menor que la desviación entre la primera posición y la posición de dispositivo.

3. Dispositivo (100) según la reivindicación 2, en el que la unidad (140) para determinar la primera y la segunda posición está configurada además para seguir determinando nuevas direcciones de emisor basándose en posiciones adicionales y a continuación a su vez posiciones adicionales basándose en a su vez nuevas direcciones de emisor, hasta que se cumple un criterio de interrupción.

4. Dispositivo (100) según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la unidad (140) para determinar la primera y la segunda posición está configurada para seguir agrupando emisores o emisores virtuales para dar emisores virtuales, hasta que las direcciones de emisor de los emisores y de los emisores virtuales se diferencian entre sí en ángulos, que son mayores que un ángulo mínimo predeterminado, o se queda por debajo de un número mínimo de emisores y emisores virtuales, seleccionándose para el agrupamiento en cada caso emisores o emisores virtuales, cuyas direcciones de emisor se diferencian en menos del ángulo mínimo.

5. Dispositivo (100) según la reivindicación 4, en el que la unidad (140) para determinar la primera y la segunda posición está configurada para determinar una posición de un emisor virtual según las coordenadas x_v e y_v según

$$x_v = \frac{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} \cdot x_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i \cdot x_i}{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i},$$

$$y_v = \frac{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} \cdot y_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i \cdot y_i}{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i},$$

$$r_v = \frac{\Delta_{i+1} \cdot r^2_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i^2}{\Delta_{i+1} \cdot r_{i+1} + \Delta_{i-1} \cdot r_i},$$

siendo

$\Delta_{i-1}, \Delta_{i+1}$ diferencias de ángulos adyacentes,

(x_v, y_v) una posición de emisor/anclaje virtual,

$(x_i, y_i), (x_{i+1}, y_{i+1})$ posiciones de emisor (emisor virtual)/anclaje seleccionadas,

r_v, r_i, r_{i+1} valores RSSI.

6. Dispositivo (100) según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la unidad (140) para determinar la primera y la segunda posición está configurada para determinar, como función de evaluación V, un valor promedio de los cuadrados de las desviaciones de las diferencias angulares de las direcciones de emisor de los emisores o de los emisores virtuales, según

$$\delta = \frac{1}{2} \cdot \frac{360}{n}$$

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (\Delta_i - \delta)^2 ,$$

siendo n el número de los emisores o emisores virtuales y Δ_i los ángulos entre emisores o emisores virtuales adyacentes, e interrumpir, en el caso de que el valor promedio quede por debajo de un umbral predeterminado, o interrumpir, en el caso de que el valor promedio tienda a no disminuir más.

7. Dispositivo (100) según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la unidad (130) para proporcionar está configurada además para proporcionar las posiciones de emisor de los emisores basándose en las potencias de recepción y una dirección de recepción.

8. Dispositivo (100) según la reivindicación 7, en el que la unidad (130) para proporcionar está configurada además para proporcionar las direcciones de recepción basándose en señales de recepción de una pluralidad de antenas.

9. Dispositivo (100) según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la unidad (130) para proporcionar está configurada para determinar las posiciones de emisor mediante la detección de la información de posición de las señales de la pluralidad de emisores.

10. Dispositivo (100) según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la unidad (140) para determinar la primera y la segunda posición está configurada para determinar la primera posición basándose además en las potencias de recepción.

11. Dispositivo (100) según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la unidad (140) para determinar la primera y la segunda posición está configurada para determinar posiciones mediante la determinación de un centro de gravedad o mediante la determinación de un centro de gravedad promediado por las potencias de recepción entre los emisores.

12. Dispositivo (100) según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la unidad (140) para determinar la primera y la segunda posición está configurada para determinar posiciones mediante determinación de posición celular, mediante cálculo trigonométrico de la posición o mediante la minimización de errores de un sistema de ecuaciones.

13. Dispositivo (100) según una de las reivindicaciones 7 a 12, en el que la unidad (140) para determinar la primera y la segunda posición está configurada además para relacionar una proximidad espacial de los emisores con una separación entre los emisores, para obtener un criterio para la agrupación de emisores.

14. Dispositivo (100) según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que la unidad (140) para determinar la primera y la segunda posición está configurada además para tener en cuenta simetrías de los emisores o emisores virtuales entre sí durante la determinación de la posición o durante el agrupamiento.

15. Dispositivo (100) según una de las reivindicaciones 6 a 14, en el que la unidad (140) para determinar la primera y la segunda posición está configurada además para tener en cuenta en la función de evaluación además las potencias de recepción.

16. Procedimiento para determinar una posición de dispositivo, con las siguientes etapas:

recibir señales de una pluralidad de emisores;

determinar potencias de recepción de las señales de la pluralidad de emisores;

proporcionar posiciones de emisor de los emisores, basándose en las señales de la pluralidad de emisores; y

determinar una primera posición basándose en las posiciones de emisor;

caracterizado por

determinar direcciones de emisor basándose en la primera posición y las posiciones de emisor;

agrupar emisores con una diferencia angular mínima o que se encuentra por debajo de un umbral para dar un emisor virtual con una posición de emisor virtual, que se encuentra entre los emisores con una diferencia angular mínima o que se encuentra por debajo del umbral, y con una potencia de recepción virtual, que se encuentra entre las potencias de recepción de las señales de los mismos, basándose en las direcciones de emisor;

determinar una segunda posición basándose en la posición de emisor virtual y la potencia de recepción virtual y las posiciones de emisor y las potencias de recepción de los emisores restantes.

17. Procedimiento según la reivindicación 16, que presenta además una etapa de determinar direcciones de emisor basándose en la segunda posición.

18. Procedimiento según la reivindicación 17, que presenta además una etapa de determinar una posición basándose en las direcciones de emisor, tal como resultan del procedimiento según la reivindicación 17.

19. Procedimiento según la reivindicación 18, que repite la determinación de las direcciones de emisor y la determinación, posterior a la misma, de la posición hasta que la posición resultante cumple un criterio de interrupción.

20. Procedimiento según la reivindicación 19, en el que el criterio de interrupción corresponde a una precisión de la posición.

21. Programa informático con un código de programa para realizar uno de los procedimientos de las reivindicaciones 16 a 20, cuando se ejecuta el programa informático en un ordenador.

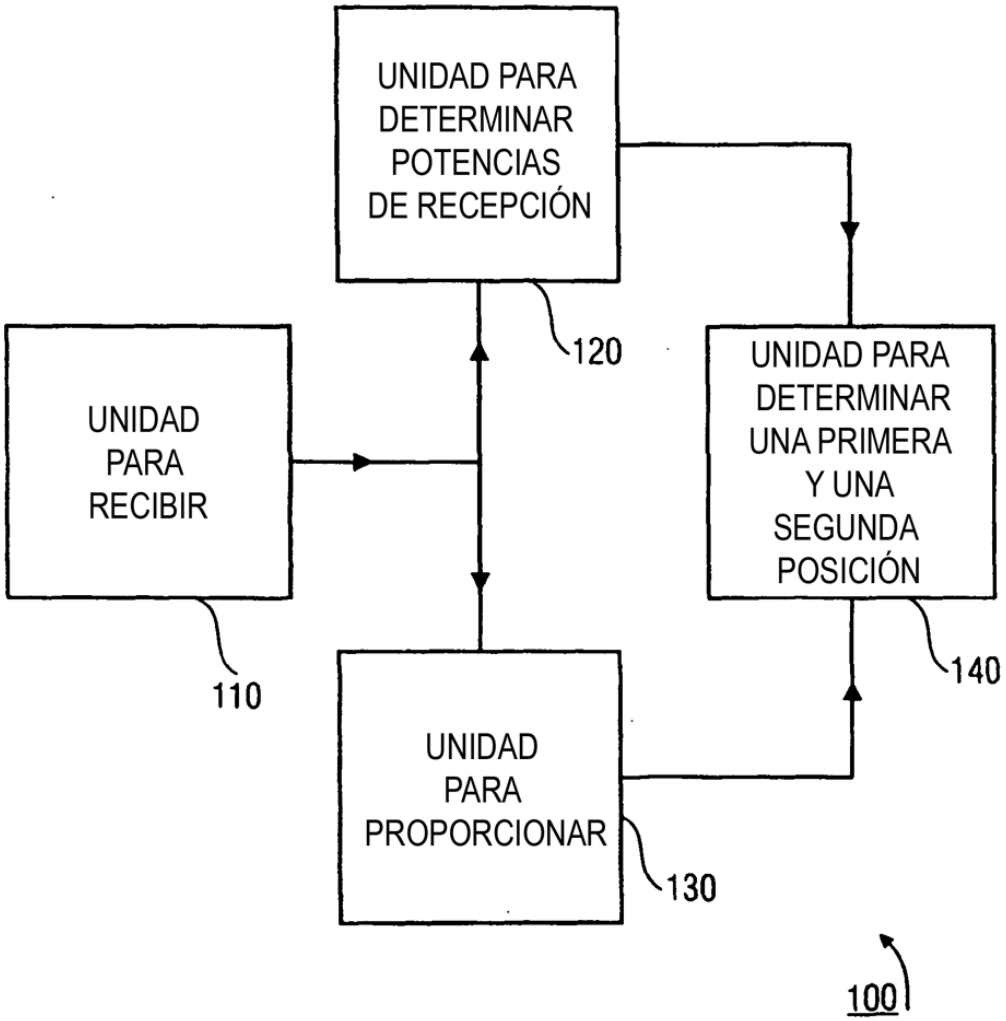
UNIDAD PARA DETERMINAR POTENCIAS DE RECEPCIÓN
120
UNIDAD PARA RECIBIR
110
UNIDAD PARA DETERMINAR UNA PRIMERA Y UNA SEGUNDA POSICIÓN
140
UNIDAD PARA PROPORCIONAR
130
100

FIG 1

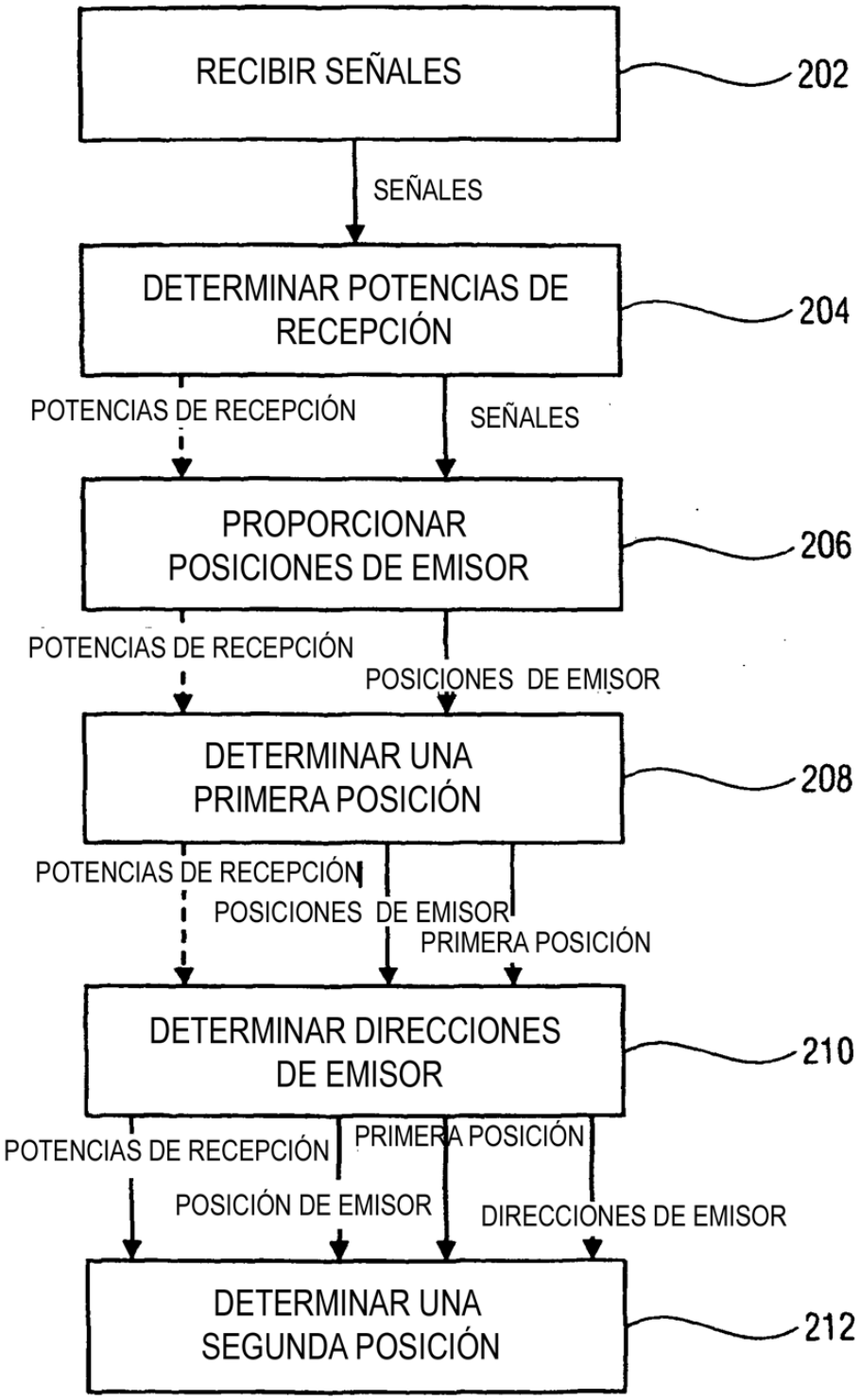
RECIBIR SEÑALES
202
SEÑALES
DETERMINAR POTENCIAS DE RECEPCIÓN
204
POTENCIAS DE RECEPCIÓN
SEÑALES
PROPORCIONAR POSICIONES DE EMISOR
206
POTENCIAS DE RECEPCIÓN
POSICIONES DE EMISOR
DETERMINAR UNA PRIMERA POSICIÓN
208
POTENCIAS DE RECEPCIÓN
POSICIONES DE EMISOR
PRIMERA POSICIÓN
DETERMINAR DIRECCIONES DE EMISOR
210
POTENCIAS DE RECEPCIÓN
PRIMERA POSICIÓN
POSICIÓN DE EMISOR
DIRECCIONES DE EMISOR
DETERMINAR UNA SEGUNDA POSICIÓN
212

FIG 2

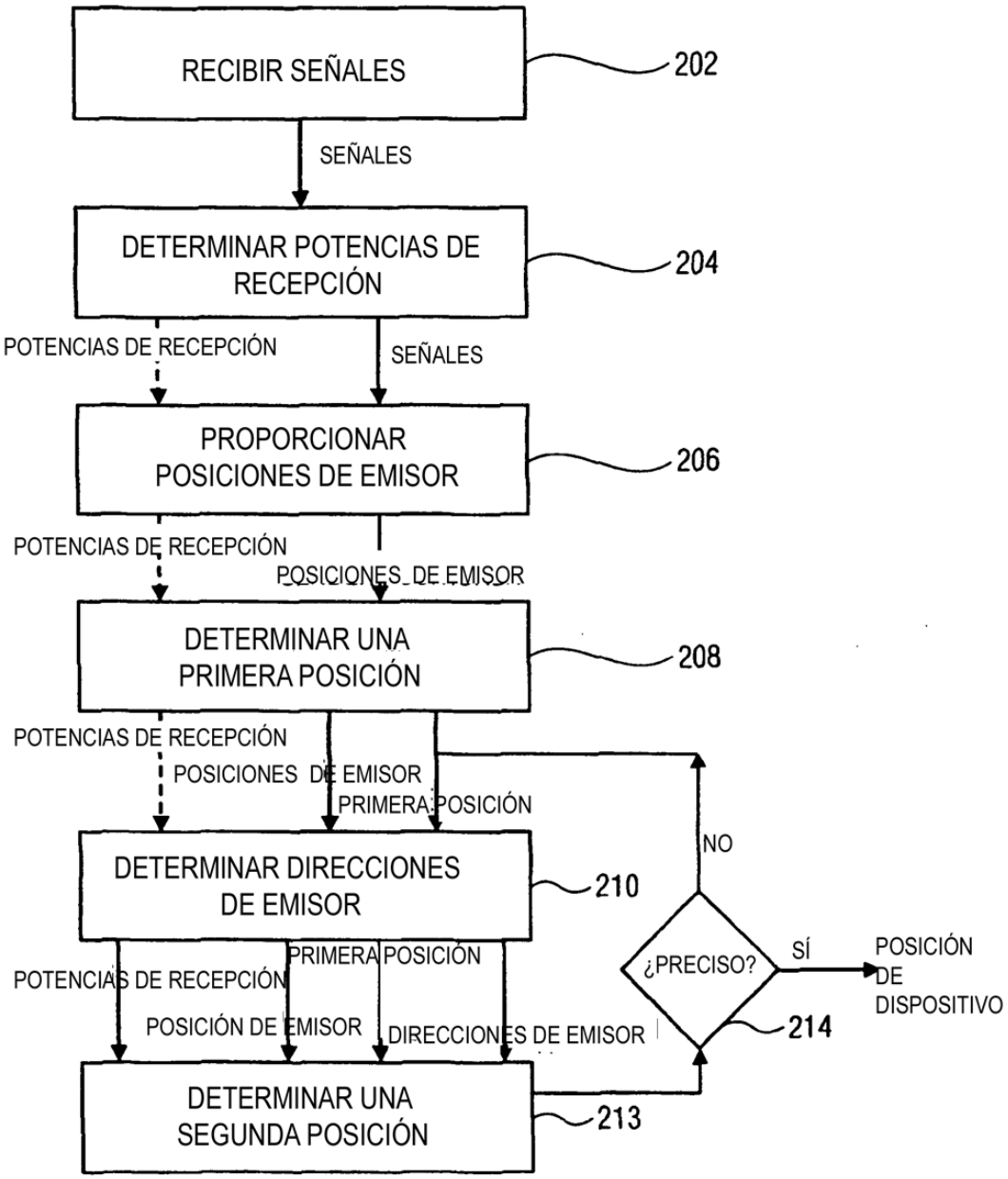
RECIBIR SEÑALES
202
SEÑALES
DETERMINAR POTENCIAS DE RECEPCIÓN
204
POTENCIAS DE RECEPCIÓN
SEÑALES
PROPORCIONAR POSICIONES DE EMISOR
206
POTENCIAS DE RECEPCIÓN
POSICIONES DE EMISOR
DETERMINAR UNA PRIMERA POSICIÓN
208
POTENCIAS DE RECEPCIÓN
POSICIONES DE EMISOR
PRIMERA POSICIÓN
NO
DETERMINAR DIRECCIONES DE EMISOR
210
¿PRECISO?
SÍ
POSICIÓN DE DISPOSITIVO
214
PRIMERA POSICIÓN
POTENCIAS DE RECEPCIÓN
POSICIÓN DE EMISOR
DIRECCIONES DE EMISOR
DETERMINAR UNA SEGUNDA POSICIÓN
213

FIG 3

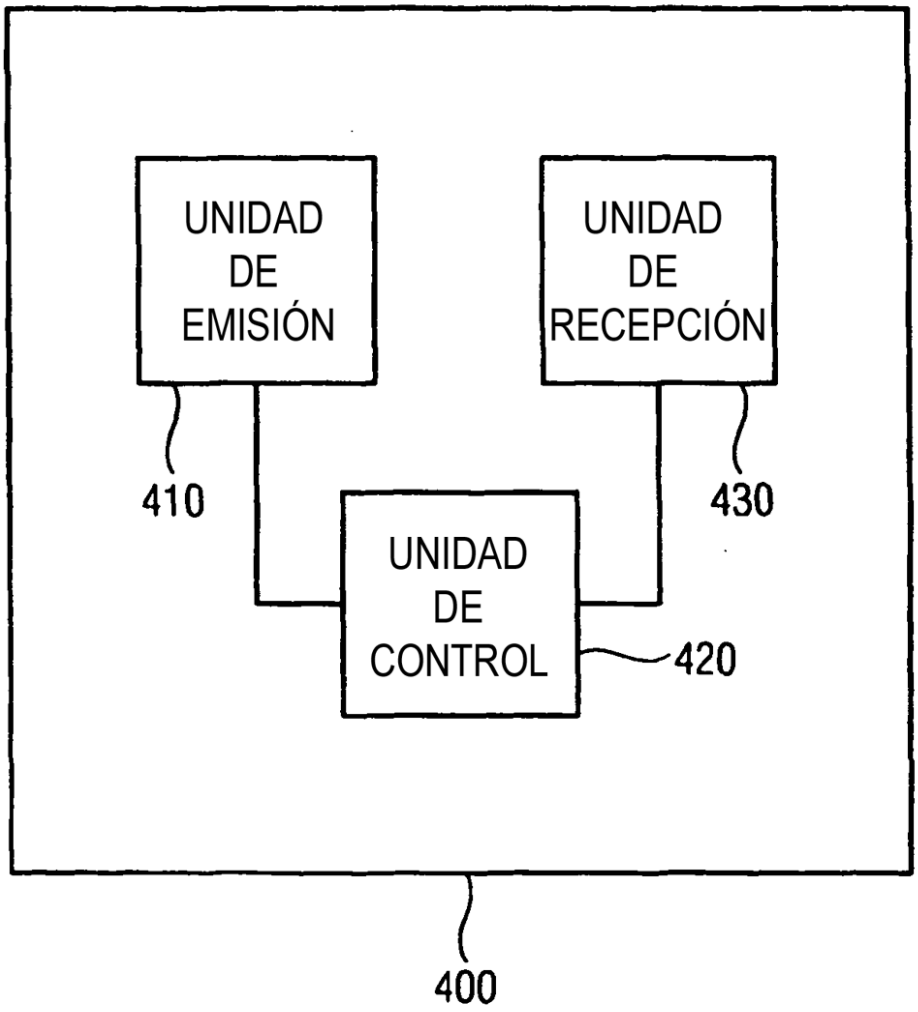
UNIDAD DE EMISIÓN
UNIDAD DE RECEPCIÓN
410
430
UNIDAD DE CONTROL
420
400

FIG 4

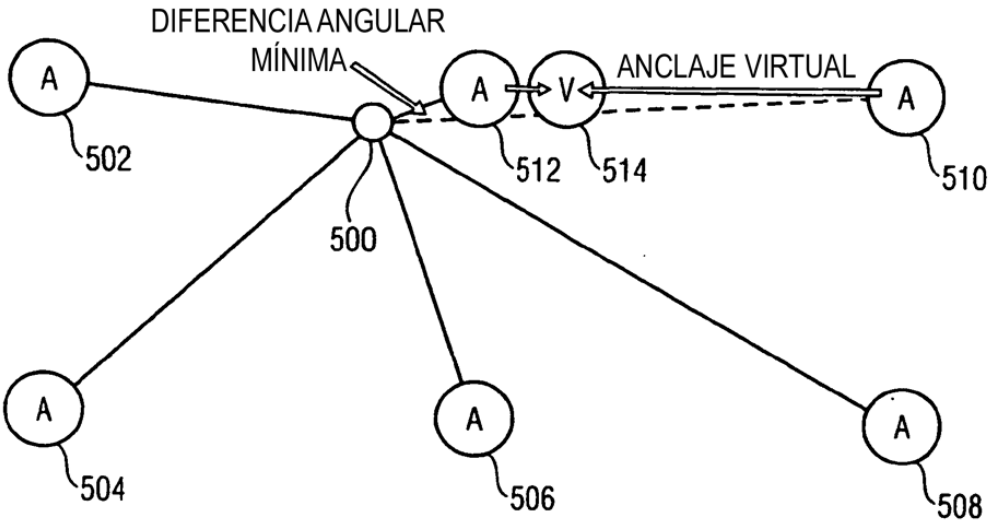
DIFERENCIA ANGULAR
MÍNIMA
ANCLAJE VIRTUAL
A
V
A
A
A
A
A
A
A
502
512
514
510
500
504
506
508

FIG 5A

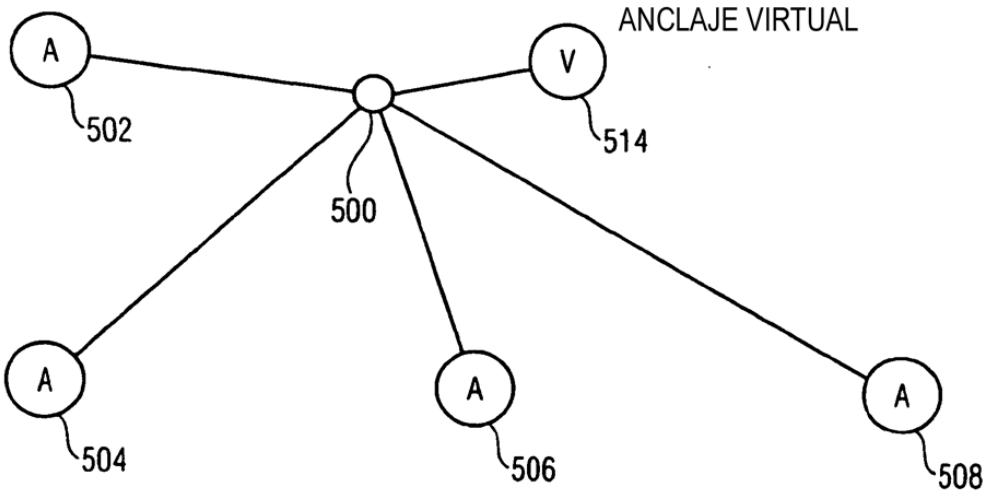
ANCLAJE VIRTUAL
A
V
A
A
A
A
502
514
500
504
506
508

FIG 5B

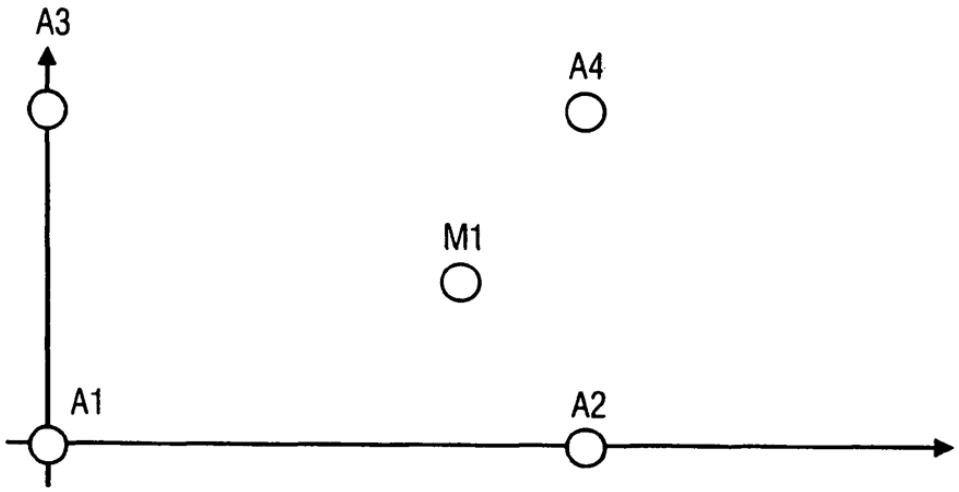

FIG 6A (ESTADO DE LA TÉCNICA)

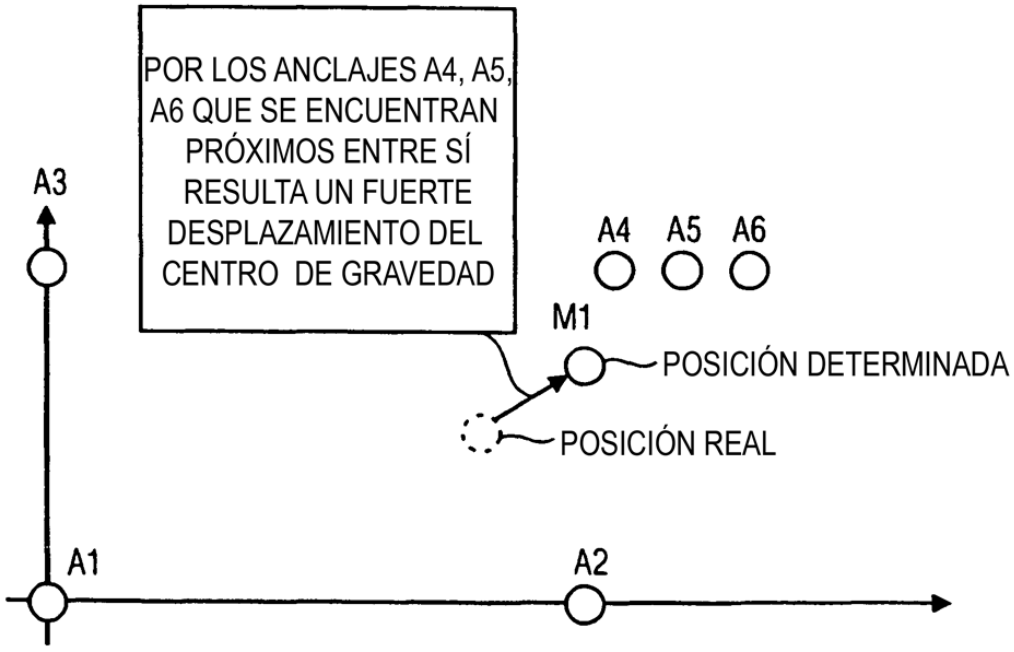

FIG 6B (ESTADO DE LA TÉCNICA)