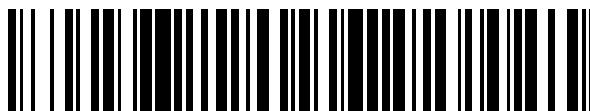


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 555**

51 Int. Cl.:

H04W 64/00 (2009.01)

G01S 5/02 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.10.2011 PCT/US2011/057529**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.05.2012 WO12067764**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2011 E 11841630 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 2641416**

54 Título: **Autoposicionamiento de una estación inalámbrica**

30 Prioridad:

19.11.2010 US 950950

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

11.05.2020

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

VENKATRAMAN, SAIPRADEEP

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 759 555 T3

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

DESCRIPCIÓN

Autoposicionamiento de una estación inalámbrica

5 ANTECEDENTES

[0001] En general, los modos de realización de la materia se refieren a comunicaciones y, más en particular, a las técnicas para determinar y seguir continuamente la posición de una estación inalámbrica.

10 [0002] Existe una tendencia creciente para que los dispositivos inalámbricos empleen servicios basados en la ubicación. Estos servicios basados en la ubicación proporcionan a un usuario un dispositivo inalámbrico con información accesible a través de una red inalámbrica. El servicio basado en la ubicación se basa en la posición geográfica del dispositivo inalámbrico. Los ejemplos de dicha información pueden ser la información meteorológica local, indicaciones de viaje, servicios de entretenimiento y similares. La ubicación geográfica de un dispositivo
15 inalámbrico se basa en un sistema de coordenadas conocido (por ejemplo, WGS84) que se usa en un sistema de posicionamiento particular. Los ejemplos de dichos sistemas de posicionamiento incluyen el sistema de posicionamiento global (GPS) y los sistemas de posicionamiento terrestre usados en redes celulares (por ejemplo, GSM).

20 [0003] Una red inalámbrica típica emplea uno o más puntos de acceso para conectar los dispositivos inalámbricos a través de un medio cableado, tal como Ethernet, a una red de comunicaciones más grande, tal como Internet. Cada punto de acceso tiene una ubicación que se asocia con un sistema de posicionamiento particular. La ubicación puede ser una posición GPS, una ubicación GSM o similares. La mayoría de los puntos de acceso no conocen su ubicación y la obtienen a través de configuración manual.

25 [0004] Además, los puntos de acceso se localizan en una variedad de lugares, tales como parques públicos, restaurantes, negocios privados, aeropuertos, bibliotecas, etc. La ubicación de algunos de estos puntos de acceso puede ser estacionaria. En algunos casos, la ubicación de un punto de acceso cambia a medida que se mueve el punto de acceso. Este movimiento requiere que se actualice la ubicación del punto de acceso. En consecuencia, surge la necesidad de determinar y seguir automáticamente la ubicación de un punto de acceso.
30

[0005] El documento US 2009/224967 A1 divulga un procedimiento para determinar una posición usando un conjunto de puntos de acceso, una estación de referencia, un servidor de ubicación y un terminal de cliente. La estación de referencia puede incluir un receptor GPS para adquirir y seguir satélites GPS. Se pueden proporcionar
35 datos de GPS al servidor de ubicación. El conjunto de puntos de acceso se puede configurar para minimizar la interferencia y para poder ser acoplado por una red al servidor de ubicación. El terminal de cliente puede incluir un receptor GPS. Se puede determinar un desplazamiento de frecuencia para el terminal de cliente examinando un desplazamiento de frecuencia de la estación de referencia y las frecuencias de desplazamiento relativo de los puntos de acceso. Este desplazamiento de frecuencia puede incrementar de forma ventajosa la sensibilidad del terminal de cliente a las señales GPS. El terminal de cliente puede proporcionar datos de GPS al servidor de ubicación, el cual puede determinar la posición del terminal de cliente en base a los datos del terminal de cliente y la estación de referencia.
40

[0006] El documento US 2009/002188 A1 divulga un sistema de seguimiento que incluye un módulo de sistema de posicionamiento global (GPS) y un módem para comunicaciones móviles fijados a una mascota u otro elemento seguido, y una cerca virtual que incluye una estación base que envía una señal a un determinado alcance y un receptor fijado a la mascota u otro elemento seguido y que recibe la señal enviada por una estación base cuando el receptor está dentro del alcance de la estación base.
45

[0007] También se hace referencia al documento US 2008/299992(A1) que describe un sistema y procedimiento para determinar la ubicación de una estación base red desplegable. El sistema y procedimiento descritos permiten la determinación exacta de la ubicación de una estación base red desplegable, tal como una estación base femto (FBS), usando la información de posición obtenida de una estación móvil (MS) que se está comunicando con la FBS que se está ubicando. La información de posición puede incluir la ubicación del dispositivo móvil como se estima usando uno o más sistemas de posicionamiento por satélite o sistemas de posicionamiento basados en redes celulares. La información de posición también puede incluir datos que identifican a los pilotos de las estaciones base y/u otras FBS que la MS está recibiendo. Se usa una determinación de la pérdida de propagación entre la MS y la FBS para estimar la distancia entre el dispositivo móvil y la FBS. La ubicación de la FBS se determina en base a la información de posición recibida y la distancia determinada entre la MS y la FBS.
50
55

[0008] Además, se hace referencia al documento US 2003/125046(A1), que describe, en una red de comunicación inalámbrica, que las posiciones de antena de la estación base y los desplazamientos de tiempo se almacenan en una base de datos de almanaque de la estación base junto con otra información usada para obtener fijaciones de posición de la estación móvil más confiables bajo una variedad de condiciones. El sistema usa las fijaciones de posición de las estaciones móviles y la información de alcance terrestre para determinar las posiciones de las antenas de las estaciones base y los desplazamientos de la temporización de las estaciones base. Las posiciones de las antenas de
60
65

las estaciones base se pueden determinar durante las determinaciones de posición de la estación móvil normales, para mantener y mejorar los datos de ubicación de las antenas y corregir el cambio o la reubicación de las antenas de las estaciones base.

5 **[0009]** Finalmente, se hace referencia al documento EP 2 056 532 (A1), que describe un procedimiento para expandir el mapa de radio de un sistema WiFi. Un *hotspot* cuya posición se desconoce y que se estima se "ve" en un número de huellas digitales, cada una tomada en una posición diferente. Varios *hotspots* con una posición conocida también se "ven" en las huellas digitales. Las posiciones geográficas de las ubicaciones de medición, donde se tomaron las huellas digitales, se estiman en base a las señales de los *hotspots* con la posición geográfica conocida vista en las huellas digitales y las posiciones geográficas conocidas de esos *hotspots*. La posición del punto de acceso se determina en base a las señales de ese *hotspot* visto en las huellas digitales y las posiciones geográficas de las ubicaciones de medición donde se tomaron las huellas digitales, estimados en la etapa previa.

15 SUMARIO

[0010] De acuerdo con la presente invención, se proporcionan un procedimiento como el expuesto en la reivindicación 1 y un aparato como el expuesto en la reivindicación 10. Los modos de realización de la invención se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

20 **[0011]** Se presentan diversos modos de realización de un aparato de autoposicionamiento y un procedimiento que permiten que un punto de acceso determine y siga su ubicación dentro de un sistema de posicionamiento, en tiempo real. Un punto de acceso tiene una ubicación que se basa en un sistema de coordenadas dentro de un sistema de posicionamiento. El sistema de posicionamiento puede ser un sistema de comunicación inalámbrica o una constelación satelital. Un punto de acceso, que no sabe cual es su ubicación, se denomina un punto de acceso no consciente de su ubicación. El punto de acceso no consciente de su ubicación puede descubrir su posición usando información obtenida de las estaciones conscientes de su ubicación que están dentro del alcance del punto de acceso no consciente de su ubicación.

30 **[0012]** El punto de acceso descubre su posición usando un Filtro de Kalman Extendido (EKF). Un EKF estima la ubicación, o estado, de un sistema controlado de tiempo discreto que se rige por una función diferenciable estocástica no lineal de mediciones ruidosas. El EKF comienza con una estimación del estado inicial y una covarianza que deriva de las ubicaciones de las estaciones conscientes de su ubicación para una etapa de tiempo inicial. La estimación del estado inicial se usa para determinar un estado predicho y una covarianza predicha. La estimación del estado y la covarianza predichas se perfeccionan usando mediciones del alcance de las estaciones conscientes de su ubicación en cada etapa de tiempo, produciendo de este modo un estado de salida y una covarianza de salida en cada etapa de tiempo. La estimación del estado predicho y el estado de salida se calculan para cada etapa de tiempo hasta que la diferencia entre ellos alcance una tolerancia de error definida por el usuario.

40 **[0013]** El punto de acceso sigue el movimiento desde su posición al comparar una estadística de prueba con un umbral en un nivel de confianza particular. Cuando se confirma el movimiento, el punto de acceso vuelve a calcular su posición.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

45 **[0014]** La materia divulgada se ilustra a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos en los que números de referencia similares indican elementos similares y en las que:

50 La fig. 1 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración ejemplar de un sistema de comunicaciones de acuerdo con algunos modos de realización;

La fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración ejemplar de un punto de acceso de acuerdo con algunos modos de realización;

55 La fig. 3 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración ejemplar de un servidor de ubicación de acuerdo con algunos modos de realización;

La fig. 4 es un diagrama de flujo ejemplar que ilustra un procedimiento para determinar y seguir una ubicación de una estación inalámbrica de acuerdo con algunos modos de realización;

60 La fig. 5 es un diagrama de flujo ejemplar que ilustra un procedimiento para determinar una ubicación de una estación inalámbrica de acuerdo con algunos modos de realización;

65 La Fig. 6 es un diagrama de flujo ejemplar que ilustra un procedimiento para perfeccionar una estimación de ubicación de acuerdo con algunos modos de realización; y

La fig. 7 es un diagrama de flujo ejemplar que ilustra un procedimiento para detectar el movimiento de una estación inalámbrica de acuerdo con algunos modos de realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5 [0015] La fig. 1 ilustra una configuración ejemplar de un sistema de comunicaciones 100 para su uso en algunos modos de realización. Se muestra un sistema de comunicaciones 100 que tiene uno o más puntos de acceso 102 en comunicación con una o más estaciones 104 a través de un sistema de comunicación inalámbrica 110. Cada punto de acceso 102 se acopla a una red de comunicaciones 106, a través de un enlace cableado 114. Un servidor de ubicación 108 también se puede acoplar a la red de comunicaciones 106. Cada uno de los puntos de acceso 102 y de las estaciones 104 se pueden acoplar a un sistema satelital 112.

15 [0016] Un punto de acceso 102 es un puente que tiene la capacidad de conectar dispositivos inalámbricos con una red de comunicaciones 106. Típicamente, el punto de acceso 102 se acopla a la red de comunicaciones 106 a través de un enlace cableado, tal como un par trenzado de cable coaxial usando protocolos de red Ethernet. La red de comunicaciones 106 puede ser cualquier tipo de red estructurada en cualquier configuración, tal como, sin limitación, Internet.

20 [0017] Cada estación 104 puede ser cualquier tipo de dispositivo inalámbrico, tal como, sin limitación, teléfonos celulares, PDA, ordenadores personales, servidores, cualquier tipo de dispositivo informático y similares. Cada punto de acceso 102 comunica con una o más estaciones 104 a través de un sistema de comunicación inalámbrica 110. En algunos modos de realización, un punto de acceso 102 se asocia con una ubicación dentro del sistema de coordenadas usado en una red celular. El punto de acceso 102 puede usar la tecnología descrita en el presente documento para determinar su ubicación dentro de ese sistema de coordenadas sin recibirla directamente del sistema de comunicación inalámbrica 110.

30 [0018] En un sistema de comunicación inalámbrica que funciona de acuerdo con el estándar IEEE 802.11, los puntos de acceso y las estaciones se comunican a través de transmisiones denominadas tramas. Los puntos de acceso transmiten periódicamente tramas de baliza para anunciar su existencia y transmitir información con respecto a su identificación y ubicación. Las estaciones típicamente controlan los canales de radio y escuchan las tramas de baliza o balizas que están dentro del alcance. Una estación se asocia con un punto de acceso para obtener acceso a la red de comunicaciones 106 y a los servicios proporcionados por ella. Una estación usa una trama de solicitud de asociación para asociarse con un punto de acceso. El punto de acceso envía una trama de respuesta de asociación de vuelta a la estación que contiene una aceptación o rechazo de la solicitud de asociación.

35 [0019] Una estación o punto de acceso transmite una trama de solicitud de sondeo cuando necesita información de otra estación o punto de acceso. El punto de acceso o estación que responde a la trama de solicitud de sondeo responde enviando una trama de respuesta de sondeo que contiene la información solicitada.

40 [0020] Cada punto de acceso 102 y estación 104 puede comunicarse con uno o más satélites en el sistema satelital (también denominado sistema de navegación global por satélite (GNSS)) 112, tal como GPS, GLONASS y similares. Si un punto de acceso tiene un receptor GPS, el punto de acceso puede determinar su ubicación desde el GNSS. Sin embargo, si el receptor GPS no puede recibir señales, el punto de acceso puede usar la tecnología descrita en el presente documento para determinar su ubicación.

45 [0021] La figura 2 muestra una configuración ejemplar de un punto de acceso 102. Se muestra un punto de acceso 102 que tiene al menos una antena 120 acoplada a una unidad transmisora/receptora 122, una interfaz de red 132, un controlador 134 y una memoria 136. La antena 120 se acopla a la unidad transmisora/receptora 122 y se usa para transmitir y recibir señales WiFi. La unidad transmisora/receptora 122 puede incluir circuitos satelitales (no mostrados) para recibir y transmitir señales al sistema satelital 112 (Fig. 1). Además, la unidad transmisora/receptora 122 puede incluir circuitos de WiFi (no mostrados) para recibir y transmitir, a través de la antena 120, señales inalámbricas al sistema de comunicación inalámbrica 110 (Fig. 1). La interfaz de red 132 se usa para comunicarse a través del enlace cableado 114 con la red de comunicaciones 106, el controlador 134 gestiona y controla el procesamiento dentro del punto de acceso, y la memoria 136 se usa para almacenar instrucciones y datos usados en el funcionamiento del punto de acceso 102.

60 [0022] La memoria 136 es un medio legible por ordenador no transitorio que puede almacenar procedimientos ejecutables, códigos, aplicaciones y datos. Puede ser cualquier tipo de dispositivo de memoria (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio, memoria de solo lectura, memoria flash, etc.), almacenamiento magnético, almacenamiento volátil, almacenamiento no volátil, almacenamiento óptico, DVD, CD y similares. La memoria 136 puede contener instrucciones y datos como sigue:

- un sistema operativo 138;
- un procedimiento de ubicación de auto-posición 140;

- datos de medición de alcance desde estaciones conscientes de su ubicación 142;
- datos de ubicación de estaciones conscientes de su ubicación 144; y
- otras aplicaciones y datos 146.

[0023] En referencia de nuevo a la fig. 1, un servidor de ubicación 108 es un dispositivo informático que está en comunicación con los puntos de acceso 102 (y, por lo tanto, con las estaciones 104) a través de la red de comunicaciones 106. El servidor de ubicación 108 puede ser cualquier tipo de dispositivo informático, tal como, sin limitación, un servidor, ordenador personal, PDA, teléfono celular, etc. El servidor de ubicación 108 se puede usar para almacenar las ubicaciones de los diversos puntos de acceso y estaciones en una base de datos de referencia y para proporcionar computación y recursos adicionales según sea necesario. En referencia a la fig. 3, el servidor de ubicación 108 puede incluir, al menos, una antena 150 acoplada a una unidad transmisora/receptora 152, un procesador 162 que controla el funcionamiento del servidor de ubicación 108, una interfaz de red 164 para comunicarse con la red de comunicaciones 106 y una memoria 154. La memoria 154 es un medio legible por ordenador no transitorio que puede almacenar procedimientos ejecutables, códigos, aplicaciones y datos. Puede ser cualquier tipo de dispositivo de memoria (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio, memoria de solo lectura, memoria flash, etc.), almacenamiento magnético, almacenamiento volátil, almacenamiento no volátil, almacenamiento óptico, DVD, CD y similares. La memoria 154 puede contener instrucciones y datos como sigue:

- un sistema operativo 156;
- una base de datos de referencia 158 que almacena las ubicaciones de las diversas estaciones y puntos de acceso y/o datos de medición; y
- otras aplicaciones y datos 160.

[0024] La atención ahora se dirige a los modos de realización de la metodología de autopoicionamiento usada por el sistema de comunicaciones descrito anteriormente.

[0025] El proceso de autopoicionamiento usa una técnica de estimación denominada Filtro de Kalman Extendido (EKF) para estimar la ubicación de un punto de acceso. Un EKF estima el estado de un sistema controlado de tiempo discreto que se rige por una función diferenciable estocástica no lineal de mediciones ruidosas. En esencia, la metodología estima el estado del sistema, que no se puede medir, midiendo una variable que es función del estado y que está alterada por el ruido.

[0026] El estado del sistema es la posición desconocida de un punto de acceso. El EKF representa el estado del sistema por medio de ecuaciones de estado en cada etapa de tiempo k y por ecuaciones de salida en cada etapa de tiempo k . Una ecuación de estado se rige por una ecuación de diferencia o modelo de transición, $f(\cdot)$, que refiere al estado en la etapa de tiempo $k-1$ con la etapa k actual. La ecuación de estado en la etapa de tiempo k se representa matemáticamente como sigue:

$$\mathbf{x}_k = f(\mathbf{x}_{k-1}) + \mathbf{w}_{k-1}$$

donde

\mathbf{x}_k es el estado en la etapa de tiempo k ,

$f(\cdot)$ es un modelo de transición de estado (lineal o no lineal) y

\mathbf{w}_k es el vector de ruido del proceso que se extrae de una distribución gaussiana con media cero con covarianza \mathbf{Q}_k ($\mathbf{w}_k \sim N(0, \mathbf{Q}_k)$), donde \mathbf{Q}_k es la matriz de covarianza del ruido del proceso.

[0027] La ecuación de salida representa la medición del estado del sistema en la etapa de tiempo k como función de una ecuación de diferencia no lineal o modelo de transición, $h(\cdot)$, teniendo en cuenta el ruido de medición. La ecuación de salida en la etapa de tiempo k se representa matemáticamente como sigue:

$$\mathbf{z}_k = h(\mathbf{x}_k) + \mathbf{v}_k$$

donde

\mathbf{z}_k es la medición del estado de \mathbf{x}_k ,

$h(\cdot)$ es un modelo de transición de medición no lineal que mapea el espacio de estado en el espacio de medición, y

\mathbf{w}_k es el de ruido de medición que se extrae de una distribución gaussiana con media cero con covarianza \mathbf{Q}_k ($\mathbf{v}_k \sim N(0, \mathbf{R}_k)$), donde \mathbf{R}_k es la matriz de covarianza del ruido de medición.

[0028] El estado en la etapa de tiempo k se representa como \mathbf{x}_k . El estado \mathbf{x} se puede representar matemáticamente como un vector, donde cada entrada en el vector representa las ubicaciones. Por ejemplo, el vector de estado \mathbf{x} puede ser un vector tridimensional representado por la tupla (latitud, longitud, altitud), un vector bidimensional representado como (latitud, longitud) o cualquier otra representación usada dentro de un sistema de coordenadas geográficas.

[0029] El filtro de Kalman Extendido consiste en dos fases: una fase de predicción y una fase de actualización. En la fase de predicción, se estima una estimación del estado predicho en la etapa de tiempo k actual a partir de la etapa de tiempo $k-1$ previa. La estimación del estado predicho no incluye datos de medición observados en la etapa de tiempo k actual. La segunda fase es una fase de actualización donde la estimación del estado predicho se combina con los datos de medición observados en la etapa de tiempo actual para producir una estimación del estado perfeccionada. La fase de predicción y la fase de actualización se repiten o reiteran para cada etapa de tiempo durante un periodo de tiempo hasta que la estimación del estado converja dentro de una tolerancia de error predeterminada.

[0030] La fase de predicción genera el estado predicho y su correspondiente covarianza predicha como sigue:

Estado predicho $\hat{\mathbf{x}}_{k|k-1} = \mathbf{x}_{k-1|k-1}$ (1)

Covarianza predicha $\mathbf{P}_{k|k-1} = \mathbf{P}_{k-1|k-1} + \mathbf{Q}_{k-1}$ (2)

donde

k = etapa de tiempo,

\mathbf{x}_k = estado en la etapa de tiempo k ,

\mathbf{Q}_k = matriz de covarianza de ruido del proceso en la etapa de tiempo k .

[0031] La fase de actualización genera el estado actualizado y su covarianza como sigue:

Innovación $\hat{\mathbf{y}}_k = \mathbf{z}_k - h(\hat{\mathbf{x}}_{k|k-1})$ (3)

Covarianza de innovación $\mathbf{S}_k = \mathbf{H}_k \mathbf{P}_{k|k-1} \mathbf{H}_k^T + \mathbf{R}_k$ (4)

Ganancia de Kalman $\mathbf{K}_k = \mathbf{P}_{k|k-1} \mathbf{H}_k^T \mathbf{S}_k^{-1}$ (5)

Estado actualizado $\hat{\mathbf{x}}_{k|k} = \hat{\mathbf{x}}_{k|k-1} + \mathbf{K}_k \hat{\mathbf{y}}_k$ (6)

Covarianza actualizada $\mathbf{P}_{k|k} = (\mathbf{I} - \mathbf{K}_k \mathbf{H}_k) \mathbf{P}_{k|k-1}$ (7)

donde

\mathbf{z}_k es la matriz de medición y se representa matemáticamente como $\mathbf{z}_k = h(\mathbf{x}_k) + \mathbf{v}_k$, donde \mathbf{v}_k es el ruido de medición,

\mathbf{H}_k es la matriz jacobiana de las derivadas parciales de h con respecto a \mathbf{x} y se representa matemáticamente como $\mathbf{H}_k =$

$$\frac{\partial h}{\partial \mathbf{x}} \bigg|_{\hat{\mathbf{x}}_{k|k-1}}$$

\mathbf{R}_k es la matriz de covarianza del ruido de medición, y

\mathbf{I} es la matriz de identidad.

[0032] Se hace referencia ahora a una descripción más detallada del uso del EKF en la metodología de autoposicionamiento.

[0033] En referencia a la fig. 4, el procedimiento de autoposicionamiento 140 comienza determinando si se conoce la ubicación precisa del punto de acceso (etapa 164). Una ubicación precisa es una ubicación que el punto de acceso determinó directamente a partir de un sistema de posicionamiento y no se estimó en base a los datos de posición de sus estaciones asociadas. En el caso de que se conozca la ubicación precisa del punto de acceso (etapa 164-Sí), el punto de acceso puede participar ayudando a sus estaciones en su autoposicionamiento (etapa 168) y en el seguimiento de cualquier movimiento desde su ubicación (etapa 170). Las etapas 168 y 170 se describen con más detalle a continuación.

[0034] Cuando se desconoce la ubicación precisa (etapa 164-No), el procedimiento 140 se embarca en determinar su propia ubicación (etapa 166). De vuelta a la fig. 5, dado que el punto de acceso no conoce su ubicación, el punto de acceso está configurado para suspender su participación en ayudar a sus estaciones a determinar su ubicación (etapa 180).

[0035] A continuación, se calcula una estimación del estado inicial, \hat{x}_0 , y la correspondiente covarianza de error del estado inicial, P_0 , para inicializar el EKF (etapa 182). En un modo de realización, la estimación del estado inicial se determina a partir de las ubicaciones de las estaciones conscientes de su ubicación. En algunos modos de realización, el punto de acceso no consciente de su ubicación puede obtener estas ubicaciones usando las tramas de difusión descritas en la solicitud de patente de EE. UU. titulada "Management-Packet Communication of GPS Satellite Positions [Comunicación de paquetes de gestión de posiciones de satélites de GPS]", cedida a Atheros Communications, Inc., solicitud ser. n.º 12/840,155, presentada el 20 de julio de 2010.

[0036] En resumen, el elemento de información de una trama de baliza es usado por una estación para transmitir a un punto de acceso, dentro de su alcance de recepción, los datos de posición de la estación y una estimación de calidad asociada. Estos datos de posición pueden transmitirse a intervalos regulares a través de tramas de baliza. De forma alternativa, la estación o el punto de acceso pueden emitir una solicitud de sondeo para obtener estos datos de posición y la estimación de calidad. Una estación que recibe la solicitud de sondeo respondería con sus datos de posición y/o estimación de calidad.

[0037] En el caso de que el punto de acceso no consciente de su ubicación esté asociado con una estación consciente de su ubicación en la etapa de tiempo inicial, la ubicación de esa estación consciente de su ubicación se usa como la estimación inicial del estado \hat{x}_0 . La covarianza de error de estado inicial se puede basar en la estimación de calidad o en el alcance máximo del punto de acceso. En el caso de que el punto de acceso esté asociado con más de una estación consciente de su ubicación, la estimación del estado inicial puede ser un promedio ponderado de las ubicaciones de las estaciones conscientes de su ubicación. Los pesos se pueden basar en la intensidad de la señal recibida de la potencia de una señal entrante desde la estación consciente de su ubicación o cualquier otra medición de calidad de señal. De forma alternativa, los pesos se pueden basar en mediciones de temporización desde las estaciones conscientes de su ubicación. Los ejemplos de dichas mediciones de temporización son, sin limitación, las mediciones clásicas de tiempo de llegada (TOA), mediciones de tiempo de ida y vuelta (RTT) y mediciones de diferencia de tiempo observada (OTD). En otro modo de realización, los pesos pueden ser cualquier combinación de la calidad de la señal y/o mediciones de temporización. Aún en otro modo de realización, donde el punto de acceso no consciente de su ubicación está asociado con más de tres estaciones conscientes de su ubicación, la estimación del estado inicial se puede determinar usando cualquiera de las técnicas de mínimos cuadrados procesadas por lotes bien conocidas.

[0038] A continuación, la estimación del estado inicial se perfecciona usando el EKF para estimar la ubicación del punto de acceso (etapa 184). La fig. 6 representa las etapas usadas para estimar la ubicación dentro de una tolerancia de error predeterminada. En referencia a la fig. 6, el EKF itera para cada etapa de tiempo k hasta que el proceso converja (etapa 190). En la etapa 192, el EKF calcula una estimación de ubicación predicha y su covarianza como se describe anteriormente con respecto a las ecuaciones (1) y (2) anteriores. La etapa 192 es la fase de predicción del EKF que se describió anteriormente.

[0039] En la etapa 194, el EKF obtiene datos de medición de sus estaciones conscientes de su ubicación. En modos de realización donde la posición se representa como la tupla (x, y) , los datos de medición se pueden representar matemáticamente como sigue:

$$z_{k,i} = h_i(\mathbf{x}_k) = \sqrt{(x_k - x_{s_i})^2 + (y_k - y_{s_i})^2} + v_{k,i}$$

donde

(x_k, y_k) representa las coordenadas del punto de acceso no consciente de su ubicación en el momento k ,

(x_{s_i}, y_{s_i}) representa las coordenadas de la estación i en el momento k , para todo i dentro del alcance del punto de acceso no consciente de su ubicación, y

v_{ki} es el ruido de medición que se supone que es ruido blanco gaussiano de media cero con una varianza R_{ki} y la función h_i es diferenciable con respecto al estado.

5 **[0040]** El punto de acceso puede obtener estos datos de medición de cualquiera de un número de maneras. En algunos modos de realización, los datos de medición pueden derivar de mediciones de temporización obtenidas de estaciones conscientes de su ubicación. Estas mediciones de temporización pueden ser cualquiera de las mediciones clásicas de tiempo de llegada (TOA), mediciones de tiempo de ida y vuelta (RTT) y mediciones de diferencia de tiempo observada (OTD).

10 **[0041]** En algunos otros modos de realización, los datos de medición de alcance o distancia pueden derivar de mediciones más avanzadas, tales como las descritas en la solicitud de patente de EE. UU. titulada "Synchronization-Free Station Locator In Wireless Network [Localizador de estación sin sincronización en red inalámbrica]", cedida a Atheros Communications Inc., presentada el 3 de septiembre de 2009 con el número de solicitud 12/553.757, que se incorpora aquí como referencia. En resumen, esta solicitud de patente proporciona varios modos de realización diferentes para determinar la distancia o el alcance de una estación desde un punto de acceso. En algunos modos de realización, el punto de acceso envía una unidifusión a una estación y anota su tiempo de salida (TOD). La estación recibe el paquete de unidifusión y anota su tiempo de llegada TOA(D). La estación envía un paquete de acuse de recibo de vuelta al punto de acceso y anota su tiempo de salida TOD(D_ACK). El punto de acceso recibe el paquete de acuse de recibo y anota su tiempo de llegada, TOA(D_ACK). La distancia entre el punto de acceso y la estación se puede determinar usando una primera diferencia entre el TOA(D_ACK) y el TOD(D) y una segunda diferencia entre el TOD(D_ACK) y el TOA(D). Otros modos de realización descritos en esta solicitud de patente también se pueden usar para obtener los datos de medición de alcance en la etapa 194.

25 **[0042]** Después, en la etapa 196, el EKF actualiza la estimación de estado predicho y la covarianza con los datos de medición como se describe anteriormente con respecto a las ecuaciones (3) - (7) anteriores. La etapa 196 es la fase de actualización del EKF que se describió anteriormente.

30 **[0043]** El proceso somete a prueba la convergencia en la etapa 198. El EKF converge cuando la diferencia entre la estimación de estado en la etapa de tiempo k actual y la estimación de estado en la etapa de tiempo $k-1$ previa están dentro de una tolerancia de error definida por el usuario. Matemáticamente, el EKF converge cuando se produce la siguiente condición: $|\hat{\mathbf{x}}_k - \hat{\mathbf{x}}_{k-1}| < \epsilon$, donde ϵ es una tolerancia de error definida por el usuario. Si no se cumple el criterio de convergencia, a continuación, el EKF continúa con otra iteración de las etapas 192-198 para la siguiente etapa de tiempo. De otro modo, si se cumple el criterio de convergencia, a continuación, la estimación del estado actual se considera la ubicación del punto de acceso.

35 **[0044]** En referencia de nuevo a la fig. 5, el procedimiento 140 determina una estadística de prueba para su uso en la detección del movimiento del punto de acceso después de que se haya determinado su ubicación (etapa 186). En general, la estadística de prueba se puede definir matemáticamente como sigue:

40

$$t_k = \hat{\mathbf{y}}_k^T S_k^{-1} \hat{\mathbf{y}}_k, \quad (8)$$

donde k es la etapa de tiempo de convergencia.

45 **[0045]** En referencia de nuevo a la Fig. 4, una vez que el punto de acceso no consciente de su ubicación conoce su ubicación, el punto de acceso no consciente de su ubicación puede participar ayudando a otras estaciones en sus determinaciones de autopoicionamiento (etapa 170). El punto de acceso no consciente de su ubicación puede ayudar a otras estaciones o puntos de acceso ya sea transmitiendo su ubicación o respondiendo a las solicitudes de sondeo con su ubicación. Como se indica anteriormente, un punto de acceso no consciente de su ubicación transmite tramas de baliza a intervalos regulares. En estas tramas de baliza, se pueden transmitir los datos de posición del punto de acceso no consciente de su ubicación y la estimación de calidad. Las estaciones dentro del alcance de recepción de la trama de baliza pueden recibir la posición del punto de acceso no consciente de su ubicación y la estimación de calidad. De forma alternativa, el punto de acceso no consciente de su ubicación puede responder a una solicitud de sondeo que solicita su posición.

55 **[0046]** Además, el punto de acceso no consciente de su ubicación sigue cualquier movimiento que indique que el punto de acceso no consciente de su ubicación necesita volver a determinar su posición (etapa 170). En algunos modos de realización, el control del movimiento de la ubicación se realiza usando pruebas de chi-cuadrado. Al usar esta técnica, el procedimiento 140 siempre somete a prueba una hipótesis nula que indica que no hay ninguna diferencia significativa entre la estadística de prueba (es decir, el estado esperado) y el estado medido actual. Esta prueba se realiza determinando si la estadística de prueba, t_k , encaja en una región de confianza $(1-\alpha)$ para una variable aleatoria de chi-cuadrado con n_k grados de libertad. El nivel de confianza, α , es un parámetro definido por el usuario. Dado un umbral definido por el usuario, χ^2_{α} , para un nivel de confianza particular α , la prueba de hipótesis somete a prueba dónde se encuentra la estadística de prueba t_k en relación al umbral definido por el usuario, χ^2_{α} . La ausencia de movimiento se indica cuando $t_k < \chi^2_{\alpha}$ y el movimiento se detecta cuando $t_k > \chi^2_{\alpha}$.

- 5 **[0047]** En referencia a la fig. 7, en la etapa 202, la prueba de hipótesis se realiza en la estadística de prueba determinando si $t_k < \chi^2_{\alpha}$ o $t_k > \chi^2_{\alpha}$. En el caso de que no se detecte movimiento (etapa 204-No), el procedimiento 170 somete a prueba nuevamente la hipótesis (etapa 202). Esta prueba se puede realizar de forma aleatoria, continua o a intervalos definidos por el usuario.
- 10 **[0048]** En el caso de que se detecte movimiento (etapa 204-Sí), el procedimiento 170 confirma que se ha producido el movimiento (etapa 206). Una única estadística de prueba en el momento k puede no ser suficiente para confirmar que el punto de acceso no consciente de su ubicación se ha desplazado. La confirmación del movimiento se puede determinar formulando la estadística de prueba como una combinación de varias estadísticas de prueba dentro de un intervalo de tiempo $[k, k + N - 1]$, donde N es el número de etapa de tiempo adicionales y k es la etapa de tiempo en la que la prueba de hipótesis falló por primera vez. Esta nueva estadística de prueba puede ser el promedio de las estadísticas de prueba tomadas dentro del intervalo de tiempo $[k, k + N - 1]$. En la etapa 208, la confirmación del movimiento se determina sometiendo a prueba el promedio de las estadísticas de prueba tomadas dentro del intervalo de tiempo $[k, k + N - 1]$ en relación al umbral definido por el usuario χ^2_{α} , para un nivel de confianza particular α . Si se confirma el movimiento (etapa 208-Sí), a continuación, se determina una nueva ubicación de la manera explicada anteriormente (etapa 166). De otro modo, si no se confirma el movimiento (etapa 208-No), a continuación, el procedimiento 170 continúa siguiendo cualquier otro movimiento (etapa 202).
- 20 **[0049]** El proceso descrito anteriormente se repite continuamente durante el funcionamiento del punto de acceso. De forma alternativa, el proceso se puede invocar para ejecutarse a intervalos de tiempo predeterminados para seguir la ubicación del punto de acceso y volver a calcular la ubicación según sea necesario. En caso de que el punto de acceso se apague, el proceso se reiniciará desde el principio.
- 25 **[0050]** En algunos modos de realización, el punto de acceso no consciente de su ubicación puede usar un servidor de ubicación 108 para obtener y almacenar las ubicaciones de las estaciones conscientes de su ubicación en una base de datos de referencia 158. El servidor de ubicación 108 puede usar cualquiera de las técnicas descritas en el presente documento además de otras técnicas bien conocidas para obtener las ubicaciones de las estaciones conscientes de su ubicación. Además, el servidor de ubicación 108 se puede usar para seguir el movimiento de estas estaciones usando las técnicas descritas en el presente documento o a través de otros medios y almacenar las ubicaciones actualizadas en la base de datos de referencia 158. El procedimiento de ubicación de autoposicionamiento 140 puede obtener las ubicaciones y/o los datos de medición desde el servidor de ubicación 108.
- 30 **[0051]** En algunos modos de realización, un punto de acceso 102 puede estar equipado con un receptor de satélite pero puede no estar usando los datos de satélite para determinar su ubicación. El punto de acceso 102 puede estar ocultado en una ubicación interior donde la recepción de la señal del satélite esté bloqueada o puede experimentar otros problemas que afecten la recepción de los datos del satélite. En estas situaciones, el punto de acceso 102 puede emplear la tecnología descrita en el presente documento para conocer su ubicación y para perfeccionar continuamente su ubicación en base a las ubicaciones de sus estaciones conscientes de su ubicación.
- 35 **[0052]** La descripción anterior, con fines explicativos, se ha descrito con referencias a modos de realización específicos. Sin embargo, los análisis ilustrativos anteriores no están previstos para ser exhaustivos o para limitar la invención a las formas precisas divulgadas. Muchas modificaciones y variaciones son posibles en vista de las enseñanzas anteriores. Los modos de realización se eligieron y describieron con el fin de explicar mejor los principios de la invención y sus aplicaciones prácticas, para permitir de este modo que los expertos en la técnica utilicen mejor la invención y diversos modos de realización con diversas modificaciones ya que son adecuados para el uso particular contemplado. Se pretende que el alcance de la invención sea definido por las siguientes reivindicaciones.
- 40
- 45

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para seguir una ubicación de un punto de acceso (102), el procedimiento comprende:
- 5 proporcionar una o más estaciones conscientes de su ubicación (104) en comunicación con un punto de acceso no consciente de su ubicación (102), cada estación consciente de su ubicación (104) tiene una ubicación conocida, el punto de acceso no consciente de su ubicación (102) tiene una ubicación desconocida;
- 10 determinar una estimación aproximada de ubicación para el punto de acceso no consciente de su ubicación (102) de una o más de las ubicaciones de las estaciones conscientes de su ubicación (104);
- 15 perfeccionar la estimación de ubicación aproximada basado en los datos de medición de alcance obtenidos de una o más de las estaciones conscientes de su ubicación (104) durante un periodo de tiempo hasta que la estimación de ubicación aproximada cumpla con una tolerancia de error; y
- 20 usar la estimación de ubicación aproximada perfeccionada como la ubicación del punto de acceso no consciente de su ubicación (102).
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que determinar la estimación de ubicación aproximada comprende además:
- 25 estimar la estimación de ubicación aproximada basado en un promedio ponderado de las ubicaciones de las estaciones conscientes de su ubicación (104).
3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el promedio ponderado se basa en un indicador de intensidad de señal recibida o mediciones de temporización.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que perfeccionar la estimación de ubicación aproximada comprende además:
- 30 usar un EKF para perfeccionar la estimación de ubicación aproximada en cada etapa de tiempo dentro del periodo de tiempo hasta que la estimación de ubicación aproximada cumpla con la tolerancia de error.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:
- 35 seguir la ubicación del punto de acceso no consciente de su ubicación (102) en relación a las ubicaciones actuales de las estaciones conscientes de su ubicación (104) y una ubicación actual del punto de acceso no consciente de su ubicación (102);
- 40 determinar que el punto de acceso no consciente de su ubicación (102) se ha movido; y
- 45 calcular una nueva ubicación del punto de acceso no consciente de su ubicación (102).
6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que determinar la estimación de ubicación aproximada comprende además:
- 50 confirmar el movimiento del punto de acceso no consciente de su ubicación (102) mediante mediciones de alcance de muestreo de estaciones conscientes de su ubicación (104) durante un segundo periodo de tiempo.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:
- 55 proporcionar una estadística de prueba asociada con la ubicación del punto de acceso no consciente de su ubicación (102);
- 60 determinar si la estadística de prueba indica movimiento; y
- 65 confirmar el movimiento del punto de acceso no consciente de su ubicación (102) calculando una o más estadísticas de prueba adicionales durante un segundo periodo de tiempo.
8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que determinar la estimación de ubicación aproximada comprende además:
- comparar la estadística de prueba con un umbral basado en un nivel de confianza.
9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la ubicación conocida es una posición dentro de uno de entre un sistema de posicionamiento por satélite (112) y un sistema de posicionamiento de comunicación inalámbrica (110).

10. Un aparato para seguir una ubicación de un punto de acceso (102), el aparato comprende:

5 un receptor inalámbrico (122) para recibir datos de ubicación y medición de una o más estaciones conscientes de su ubicación (104), las estaciones conscientes de su ubicación (104) en comunicación con el aparato, el aparato tiene una ubicación desconocida; y

10 un procesador (134) acoplado al receptor inalámbrico, en el que el procesador (134) está configurado para determinar (182) una estimación de ubicación aproximada para el punto de acceso (102) a partir de una o más de las ubicaciones de las estaciones conscientes de su ubicación (104);

15 perfeccionar la estimación de ubicación aproximada basada en los datos de medición de alcance obtenidos de una o más de las estaciones conscientes de su ubicación (104) durante un periodo de tiempo hasta que la estimación de ubicación aproximada cumpla con una tolerancia de error; y

usar la estimación de ubicación aproximada perfeccionada como la ubicación del punto de acceso (102).

20 **11.** El aparato de la reivindicación 10, en el que el procesador está configurado además para determinar la estimación de ubicación aproximada mediante la estimación de la estimación de ubicación aproximada basado en un promedio ponderado de las ubicaciones de las estaciones conscientes de su ubicación (104).

25 **12.** El aparato de la reivindicación 10, en el que el procesador (134) está configurado para determinar una estimación predicha basado en la estimación de ubicación aproximada como una estimación de posición inicial que se perfecciona en cada etapa de tiempo en el periodo de tiempo usando datos de medición de las estaciones conscientes de su ubicación (104) hasta que la estimación predicha alcance el umbral.

30 **13.** El aparato de la reivindicación 10, en el que el procesador (134) está configurado para seguir el movimiento de la ubicación del aparato en base a las ubicaciones de una o más estaciones conscientes de su ubicación (104).

14. El aparato de la reivindicación 13, en el que el procesador (134) está configurado para confirmar el movimiento de la ubicación del aparato mediante el muestreo de ubicaciones de una o más estaciones conscientes de su ubicación (104) durante un segundo periodo de tiempo.

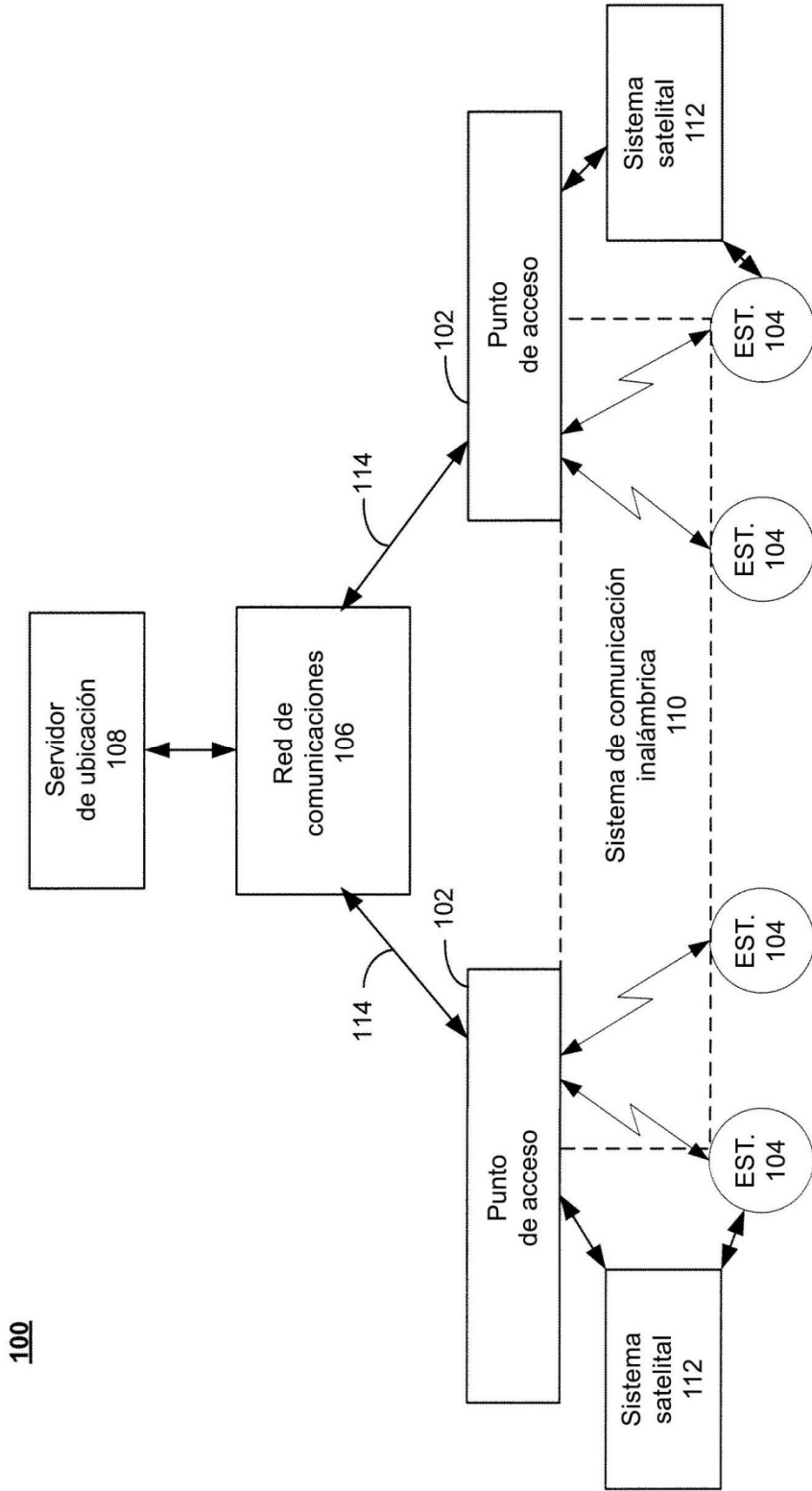


Fig. 1

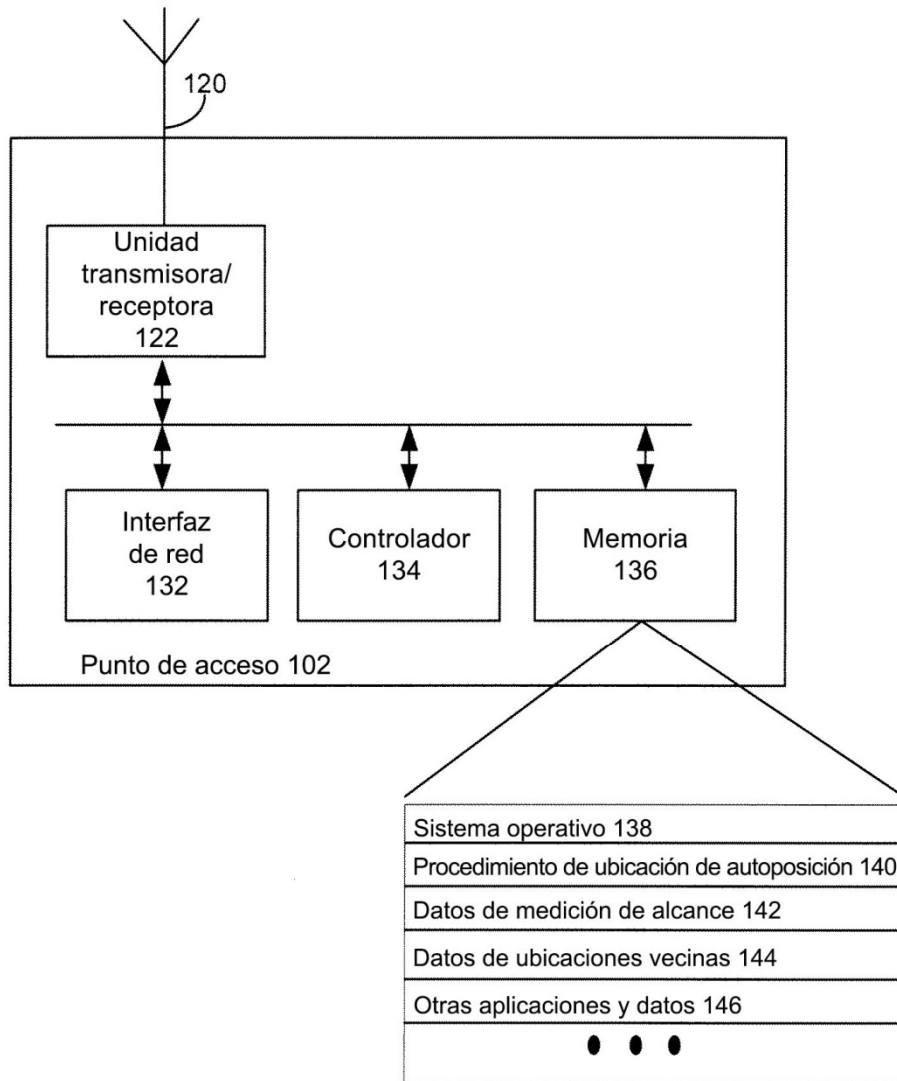


Fig. 2

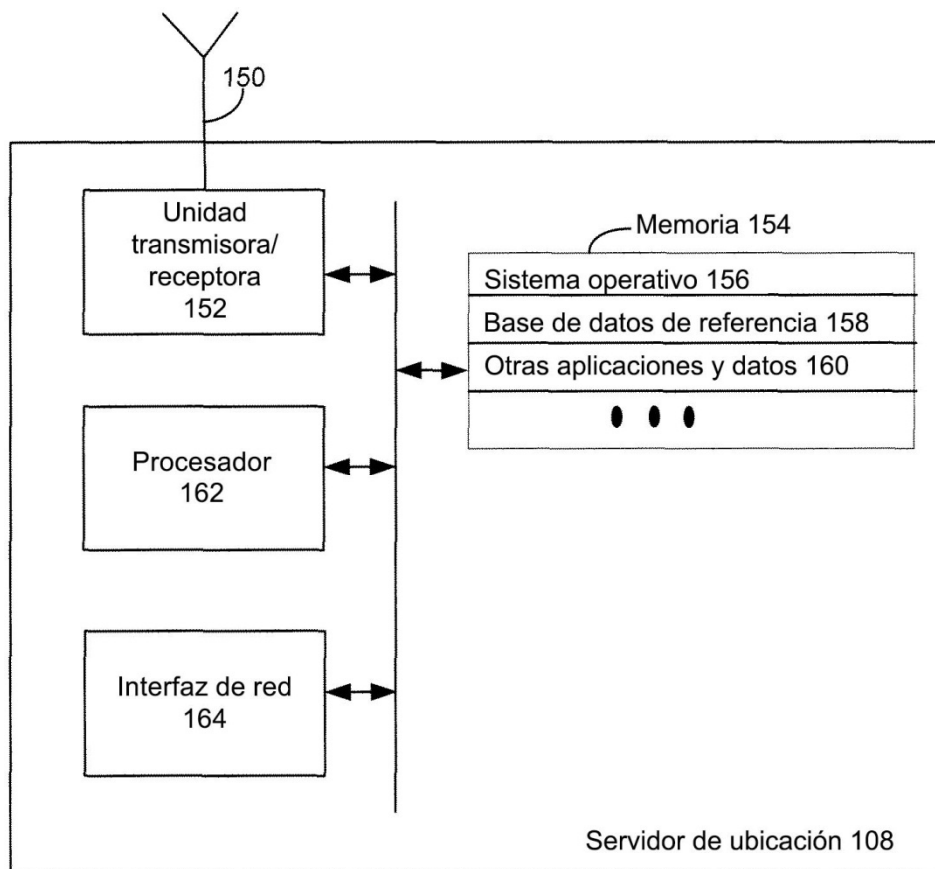


Fig. 3

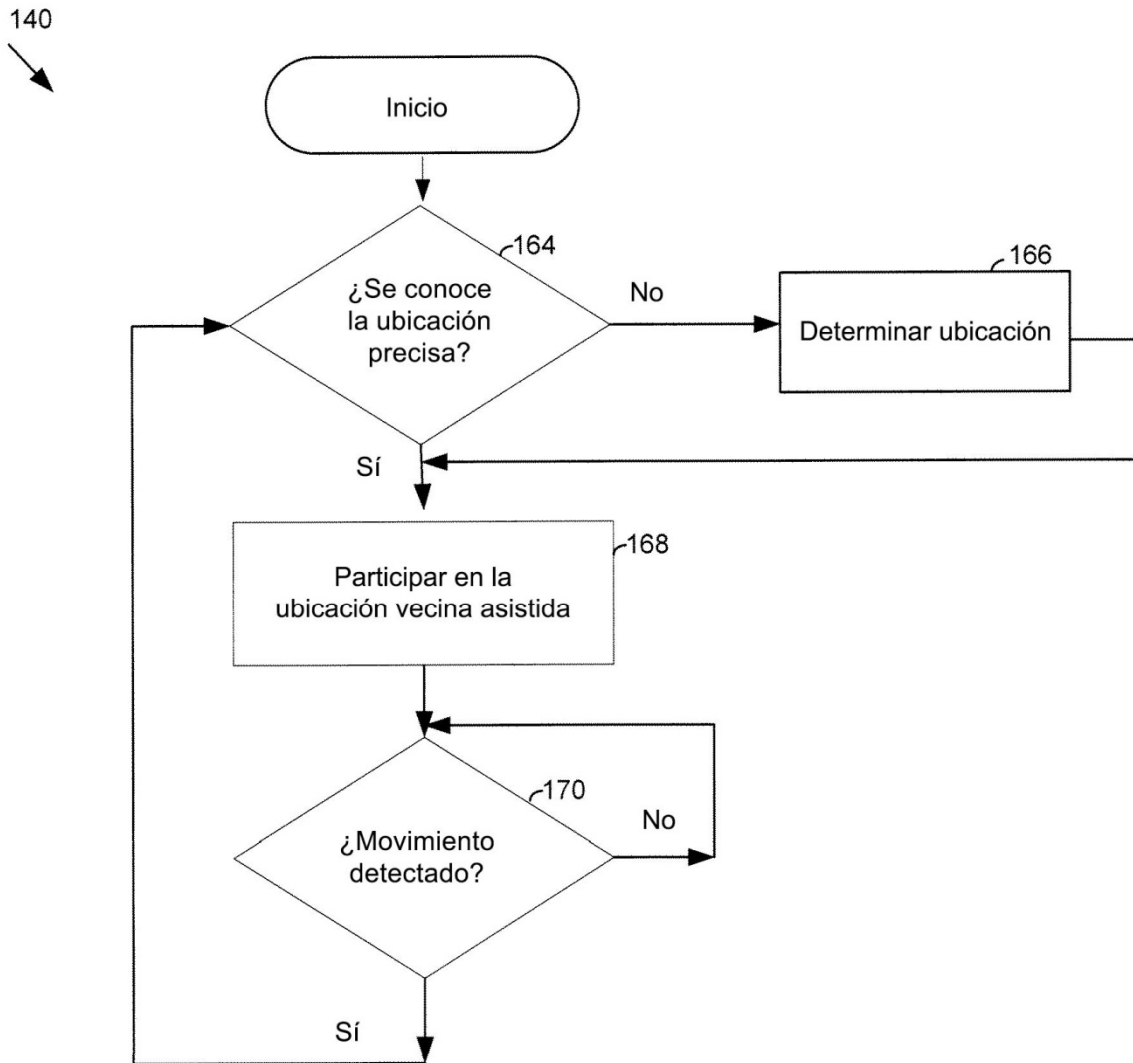


Fig. 4

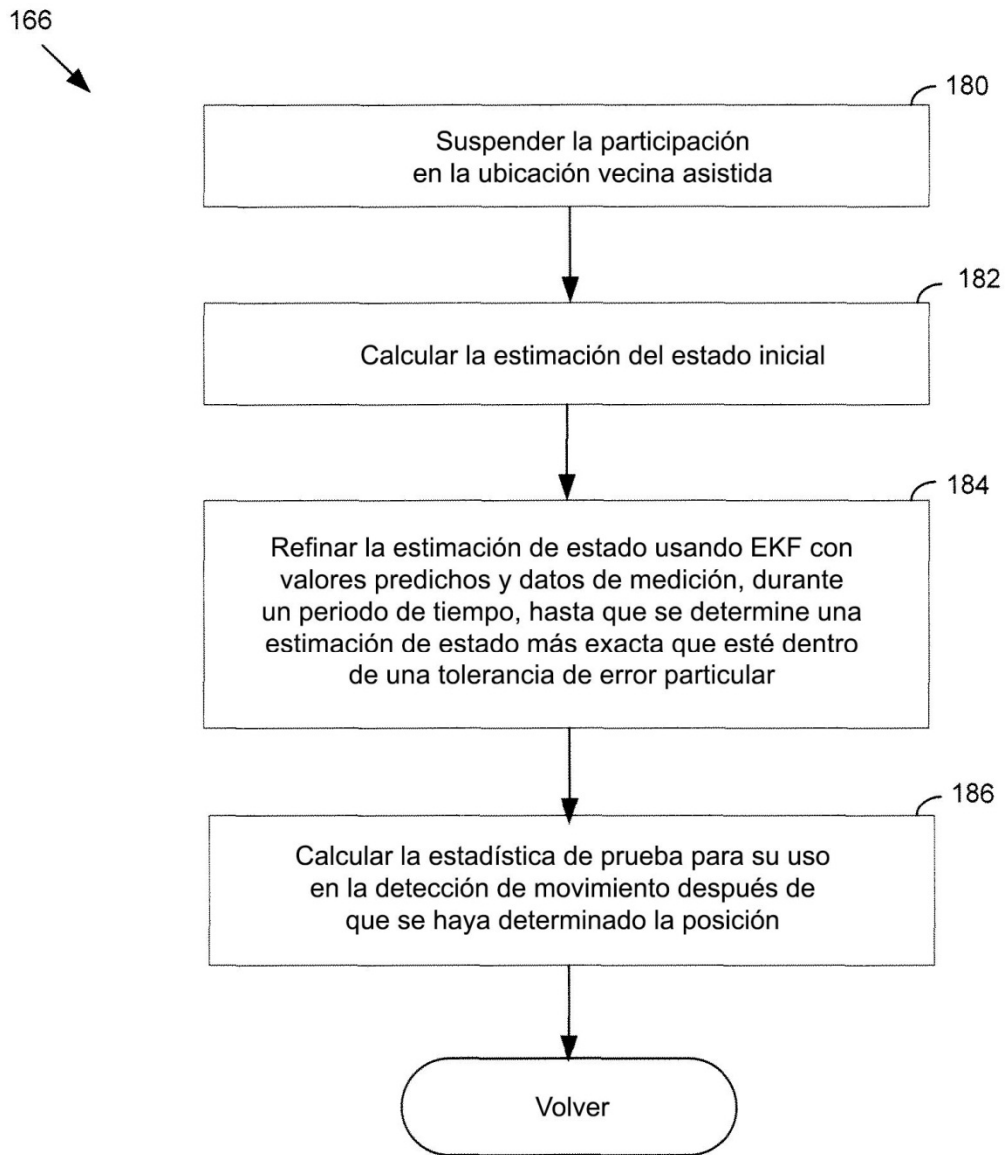


Fig. 5

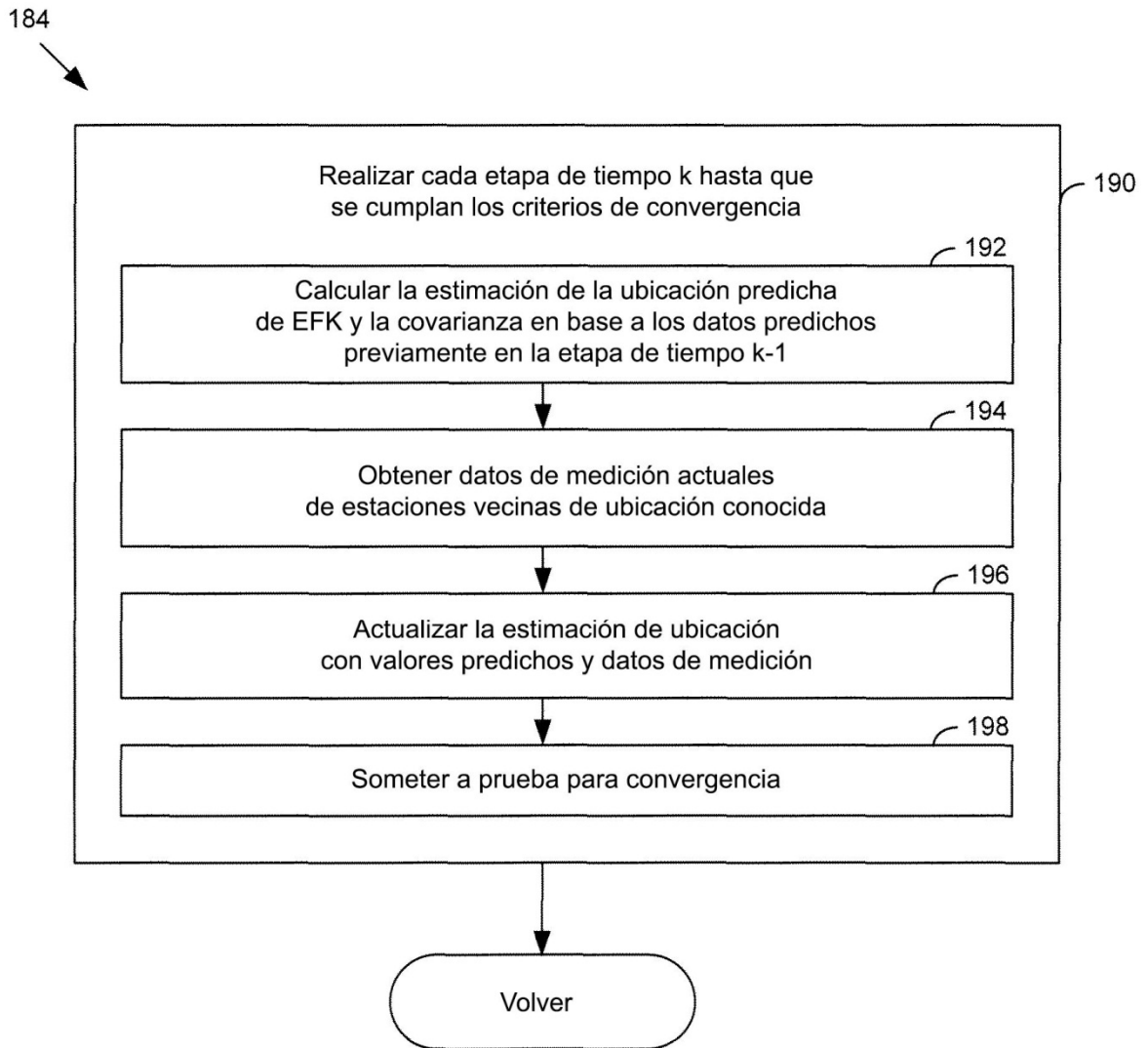


Fig. 6

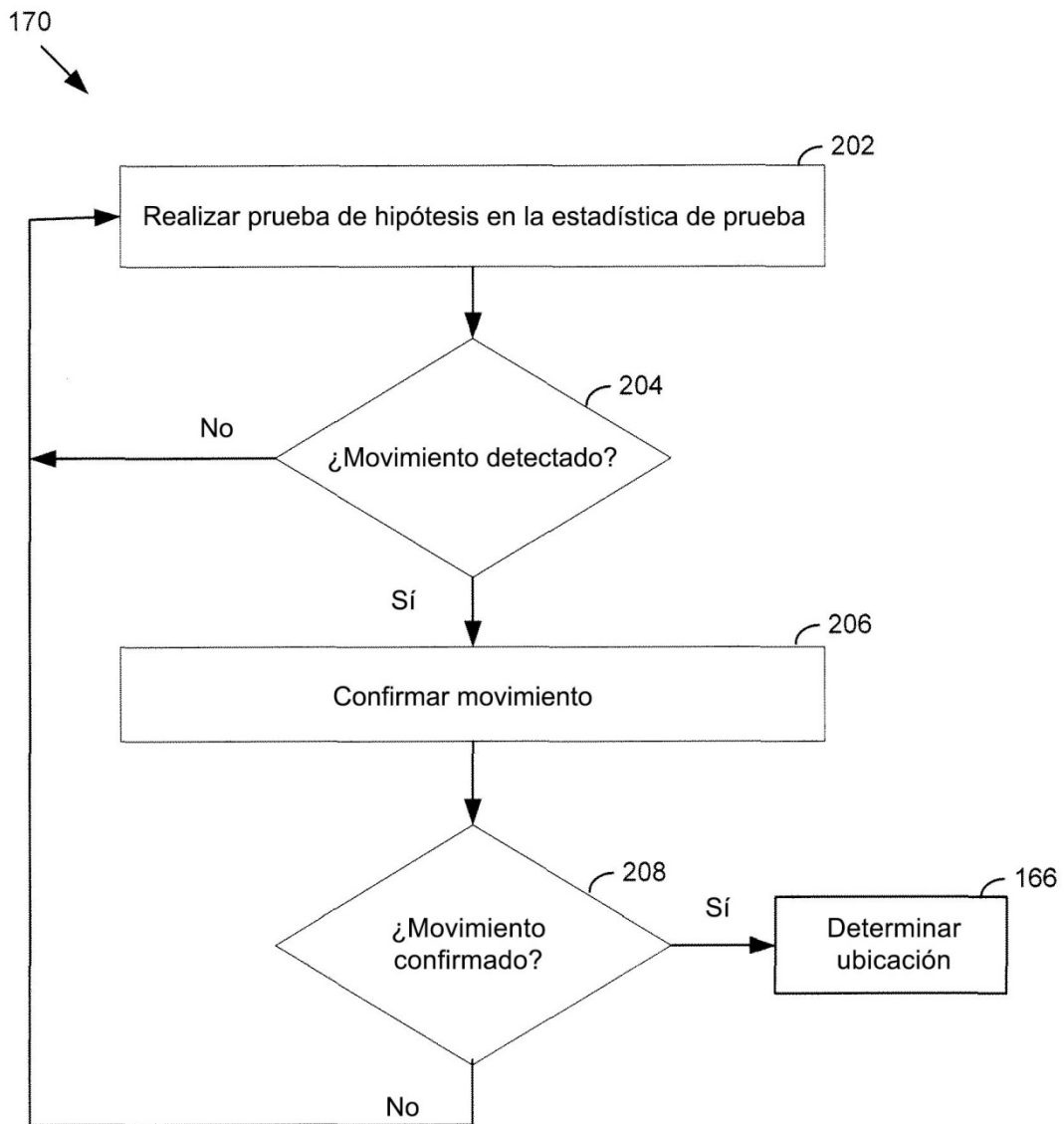


Fig. 7