

DESCRIPCIÓN

AUTOPOSICIONAMIENTO ASISTIDO POR RED DE UN DISPOSITIVO

MÓVIL DE COMUNICACIONES

ANTECEDENTES

5 La presente invención se refiere a la tecnología que permite a un dispositivo móvil de comunicaciones obtener información indicativa de su ubicación y, más particularmente, a la tecnología que utiliza la guía de un nodo de red al detectar un área local para determinar la posición de un dispositivo móvil de comunicaciones.

10 Subsiste una creciente necesidad de que las aplicaciones en dispositivos equipados con módem sean conscientes de sus propias posiciones geográficas (“autoposición”) con alta precisión. Existen varias tecnologías de posicionamiento basadas en radio relacionadas con la comunicación celular, así como tecnología compatible con Bluetooth que proporciona una precisión de

15 posicionamiento de unos pocos metros (mejor bajo ciertas condiciones). En la Publicación de Patentes de los Estados Unidos No. US20170307746A1 (publicada en 2017), un vehículo compara un mapa de radar con un mapa de datos de referencia para localizarse a sí mismo. En la Publicación de Patentes de los Estados Unidos No. US20190171224A1 (publicada en 2019) un vehículo

20 crea un mapa de su entorno en una primera etapa y luego utiliza las características del entorno y los reflejos estacionarios para localizarse así mismo; los objetos no estacionarios se identifican para no causar errores de ubicación.

En el documento de patente al que se hace referencia se menciona que la velocidad relativa (automovimiento) se puede derivar en base a mediciones directas de las velocidades radiales de los puntos de reflexión de objetos estacionarios, medidas en relación con el observador. Esto también permite

5 determinar la rotación cuando se utilizan múltiples sensores de radar distribuidos espacialmente. Las respuestas deterministas y estocásticas del radar se utilizan en Liu et al., A Radar-Based Simultaneous Localization and Mapping Paradigm for Scattering Map Modeling, IEEE Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation (APCAP), Auckland, Nueva Zelanda (2018), para construir un mapa

10 del entorno y localizar el radar. La Publicación de Patentes de los Estados Unidos No. US20200233280A1 divulga un procedimiento para determinar la posición de un vehículo al hacer coincidir los puntos de detección por radar con un mapa de navegación predefinido que comprende elementos que representan puntos de referencia estáticos alrededor del vehículo. La publicación también menciona

15 que “el mapa de navegación se puede derivar de una base de datos global sobre la base de una posición determinada del vehículo, por ejemplo, de un sistema de posición global del vehículo”. El enfoque descrito en Marck et al., “Indoor Radar SLAM A Radar Application For Vision And GPS Denied Environments”, European Microwave Conference, Nuremberg, Alemania (2013) implica

20 introducir la imagen del radar en un algoritmo de mapeo y localización y utilizar un algoritmo iterativo de punto más cercano para determinar la ubicación y el movimiento del radar, mientras que un filtro de partículas optimiza el rendimiento

de la medición. Como se muestra en Marck et al., la Localización y Mapeo Simultáneo (SLAM) basado en radar generalmente requiere información panorámica de 360 grados de alta resolución que se puede lograr mediante un aparato de radar con antena giratoria o un radar de matriz en fase escaneado electrónicamente.

En otra divulgación, la Publicación de Patentes de los Estados Unidos No. US20200256977A1 (publicada en 2020) describe un vehículo que utiliza al menos un sensor de radar para generar un mapa del entorno y luego compara su medición actual con el mapa generado para localizarse a sí mismo. Como se indica de manera similar en la Publicación de Patentes de los Estados Unidos No. US20200232801A1, un vehículo utiliza el radar para crear un mapa local y, a continuación, recupera un mapa del entorno y correlaciona los dos para localizarse a sí mismo. Y como se describe en la Publicación de Patentes de Estados Unidos No. US20190384318A1, un dispositivo utiliza una señal de radar para crear un mapa de cuadrícula local y lo compara con un mapa almacenado en la memoria del dispositivo para localizarse a sí mismo.

Otras opciones de sensores para la localización incluyen el uso de cámaras en las que técnicas tales como SLAM pueden admitir una posición relativa más precisa. La información de diferentes sensores se puede combinar en la llamada fusión de sensores. Utilizando el SLAM basado en radar, un dispositivo puede mapear un entorno desconocido y localizarse en el entorno.

Se presenta una serie de problemas asociados con la tecnología de posicionamiento convencional. Por ejemplo, el posicionamiento basado en radio que se apoya exclusivamente en la comunicación entre una o unas pocas estaciones base o puntos de anclaje y un dispositivo produce resultados que son
5 precisos sólo con una precisión de unos pocos metros, a menos que se proporcione un gran número de transmisores de anclaje, la sincronización del reloj sea extremadamente precisa o se puedan hacer ciertas suposiciones sobre el entorno o la posición relativa. Dichos sistemas se escalan mal con respecto a la precisión (no es consistente, en el mejor de los casos en alrededor de 2
10 metros, pero a veces varios metros) y el coste. Además, las posiciones de las estaciones base o puntos de acceso también se deben conocer con mucha precisión, lo que aumenta el coste de instalación y puede causar problemas si se mueven más adelante.

Dado que el despliegue de estaciones base interiores tiene como objetivo
15 principal atender a la cobertura de los servicios de comunicaciones, es muy probable que pueda haber espacios significativos en la cobertura de las áreas que pueden obtener una posición suficientemente precisa. En algunos casos, incluso puede conducir a zonas y lugares donde la tecnología de posicionamiento convencional funciona mal (aunque, en algunos casos, la
20 comunicación aún puede ser posible).

Un enfoque alternativo, la fusión de sensores, que combina los datos de los sensores de SLAM con, por ejemplo, los datos derivados del posicionamiento

basado en radio, GPS y/o cámaras, y las unidades de medición inercial (IMU) para los cambios de movimiento, puede conducir a una alta precisión, pero exige múltiples sensores, lo que agrega una complejidad significativa, un coste, un área de la placa de circuito impreso (PCB) y un tamaño del dispositivo.

5 Y en cualquier caso, es posible que los procedimientos convencionales de autolocalización de radar no funcionen en absoluto o, en el mejor de los casos, no puedan garantizar una alta precisión en ciertos escenarios, tal como cuando un dispositivo se ubica en (o se mueve a lo largo de) un pasillo largo donde no hay una estructura de referencia clara para que el dispositivo detecte y determine
10 la distancia, y en el que las estructuras y distancias ubicadas dentro del corto alcance son constantes a medida que se mueve el dispositivo.

Otra situación problemática surge cuando el dispositivo se ubica en una habitación muy grande, donde los objetos relevantes están muy lejos. En dicha situación, el dispositivo puede ser capaz de detectar estructuras a través de un
15 radar, pero su distancia da como resultado una menor precisión de detección en comparación con cuando las estructuras se encuentran bastante cerca de la posición del dispositivo. En principio, las estructuras en el techo se pueden utilizar como puntos de referencia de detección al dirigir el radar hacia arriba, pero la mayoría de las veces hay un panel que proporciona una superficie muy
20 plana con pocas características estructurales distintivas. Es difícil para la detección por radar típica revelar estructuras detrás de dicho panel de techo.

Otro escenario que plantea dificultades de autopoicionamiento se presenta en áreas abiertas dominadas principalmente por personas en movimiento y/u objetos que se pueden interponer en el camino de las señales de radar convencionales y, en consecuencia, ocultar objetos de referencia estáticos que el radar detectaría de otro modo. Sin esta detección, una tecnología convencional de posicionamiento asistido por radar carecería de la información de detección que, de otro modo, se compararía con una estructura de referencia conocida que tuviera una posición conocida para determinar la posición del dispositivo.

En general, paredes, pisos, techos y áreas muy regulares interiores de estos pasillos normalmente presentan apariencias muy planas, regulares y sin rasgos distintivos, y esto complica el posicionamiento asistido por radar a menos que haya otros objetos y estructuras significativos y únicos dentro de la distancia de detección y que tengan posiciones conocidas.

La Publicación del PCT No. WO2017139432 (publicada el 9 de febrero de 2017) presenta una solución para la toma de huellas dactilares de datos de sensores locales basados en la profundidad con datos de mapeo de estructuras geométricas. La toma de huellas dactilares se basa en un análisis geométrico. El radar se menciona como uno de los muchos tipos diferentes de sensores potenciales que se pueden utilizar para generar información en profundidad. Sin embargo, la toma de huellas dactilares no se basa en señales de radar.

La Publicación de Patente No. US20190171224A1 (publicada el 6 de junio de 2019) presenta una técnica basada en radar para ajustar de forma fina la autopoición basada en primero crear un mapa del entorno y, posteriormente, en ajustar de forma fina la autopoición mediante la correlación con ese mapa.

- 5 Tanto el mapa como el ajuste fino son realizados por el dispositivo. El área objetivo son los vehículos con el objetivo, por ejemplo, de permitir el estacionamiento autónomo.

Liu, X. et al., “A Radar-Based Simultaneous Localization and Mapping Paradigm for Scattering Map Modeling”, Conferencia IEEE Asia-Pacific
10 Conference on Antennas and Propagation (APCAP), Auckland, Nueva Zelanda (2018); y Marck et al., “Indoor radar SLAM A radar application for vision and GPS denied environments”, European Microwave Conference,, Nuremberg, Alemania (2013) describen estudios de investigación que muestran el posible uso del radar SLAM para el posicionamiento. Sin embargo, este uso exige un uso muy intenso
15 del radar y, en consecuencia, supone un gasto extravagante de energía y recursos de procesamiento si se utiliza sólo para realizar el autopoicionamiento en ocasiones rápidas con cantidades relativamente bajas de actividad del módem.

Por lo tanto, subsiste la necesidad de una tecnología de
20 autopoicionamiento que aborde los problemas anteriores y/o relacionados.

SUMARIO

Cabe destacar que los términos “comprende” y “que comprende”, cuando se utilizan en esta especificación, se toman para especificar la presencia de características, números enteros, etapas o componentes establecidos; Pero el uso de estos términos no excluye la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos.

Más aun, en algunos casos (por ejemplo, en las reivindicaciones y el resumen) se pueden proporcionar letras de referencia para facilitar la identificación de diversos etapas y/o elementos. Sin embargo, el uso de letras de referencia no tiene la intención de imputar o sugerir que las etapas y/o elementos a los que se hace referencia se deben realizar u operar en un orden en particular.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, lo anterior y otros objetos se logran en tecnología (por ejemplo, procedimientos, aparatos, medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios, medios de programa) que determina la posición de un dispositivo móvil de comunicaciones. La determinación de la posición comprende el dispositivo móvil de comunicaciones que recibe, desde un nodo de red que da servicio al dispositivo móvil de comunicaciones, una solicitud de detección de un área local de acuerdo con uno o más parámetros que guían cómo y/o dónde se debe realizar la detección, y en respuesta a la solicitud de detección del área local, producir datos de detección al realizar la detección de acuerdo con uno o más parámetros. Los datos de detección se comunican al nodo de red. En respuesta a la comunicación de los

datos de detección al nodo de red, se recibe una posición del dispositivo móvil de comunicaciones.

En otro aspecto de algunas, pero no necesariamente todas, las realizaciones consistentes con la invención, la determinación de la posición incluye obtener o producir inicialmente una posición aproximada del dispositivo móvil de comunicaciones, en la que la posición aproximada indica con un grado de precisión que el dispositivo móvil de comunicaciones está posicionado dentro de una porción de área local de un sistema de coordenadas de referencia; y suministrar la posición aproximada al nodo de la red, en la que la posición aproximada es menos precisa que la posición recibida; y la solicitud recibida de detección del área local es en respuesta al suministro de la posición aproximada al nodo de red. En algunas de dichas realizaciones, pero no necesariamente en todas, el dispositivo móvil de comunicaciones suministra al nodo de red una medida de confianza con respecto a la precisión de la posición aproximada. Y en algunas, pero no necesariamente todas, las realizaciones adicionales, la determinación de la posición también incluye el uso de sensores no basados en radar para producir la posición aproximada del dispositivo móvil de comunicaciones.

En todavía otro aspecto de algunas, pero no necesariamente todas, las realizaciones consistentes con la invención, la detección del área local es la detección por radar del área local; y el uno o más parámetros definen una

orientación que debe asumir el primer dispositivo de comunicaciones móviles al realizar la detección por radar del área local.

En aún otro aspecto de algunas, pero no necesariamente de todas las realizaciones consistentes con la invención, la detección del área local es la
5 detección por radar del área local; y el uno o más parámetros definen una ubicación en la que se realizará la detección por radar del área local.

En otro aspecto de algunas, pero no necesariamente todas, las realizaciones consistentes con la invención, la detección del área local es la detección por radar de Apertura Sintética de ondas milimétricas (SAR de ondas
10 mm). En algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, el uno o más parámetros definen una dirección y/o una orientación y/o una trayectoria del dispositivo que se va a aplicar al realizar la detección SAR de ondas mm.

En todavía otro aspecto de algunas, pero no necesariamente de todas las realizaciones consistentes con la invención, la detección del área local es una
15 detección no basada en radar.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los objetos y ventajas de la invención se entenderán leyendo la siguiente descripción detallada junto con los dibujos en los que:

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar que es
20 consistente con realizaciones de la invención.

La Figura 2 ilustra un Marco WR ejemplar.

La Figura 3A es un diagrama de señalización que ilustra aspectos de una clase de realizaciones consistentes con la invención.

La Figura 3B es un diagrama de señalización que ilustra aspectos de una clase alternativa de realizaciones consistentes con la invención.

5 La Figura 4 muestra un ejemplo cuando el dispositivo móvil (UE) está en un área circundante.

La Figura 5 es un diagrama de señalización que ilustra aspectos de una clase alternativa de realizaciones consistentes con la invención.

La Figura 6 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de acciones realizadas
10 por un servidor de acuerdo con una serie de realizaciones consistentes con la invención.

Figura 7 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de acciones realizadas por un dispositivo móvil de comunicaciones ejemplar configurado para realizar la detección de acuerdo con una serie de realizaciones para producir datos que se
15 puedan analizar para estimar la posición del dispositivo móvil de comunicaciones.

La Figura 8 es un diagrama de señalización que ilustra aspectos de una clase alternativa de realizaciones consistentes con la invención.

La Figura 9 muestra detalles de un nodo de red de acuerdo con una o más
20 realizaciones.

La Figura 10 muestra los detalles de un dispositivo inalámbrico de acuerdo con una o más realizaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación se describirán las varias características de la invención con referencia a las figuras, en las que se identifican partes similares con los mismos caracteres de referencia.

5 Los varios aspectos de la invención se describirán ahora con mayor detalle en relación con una serie de realizaciones ejemplares. Para facilitar la comprensión de la invención, se describen muchos aspectos de la invención en términos de secuencias de acciones que deben realizar los elementos de un sistema informático u otro hardware capaz de ejecutar instrucciones

10 programadas. Se reconocerá que en cada una de las realizaciones, las varias acciones podrían ser realizadas por circuitos especializados (por ejemplo, puertas lógicas analógicas y/o discretas interconectadas para realizar una función especializada), por uno o más procesadores programados con un conjunto adecuado de instrucciones, o por una combinación de ambos. El

15 término “circuitos configurados para” realizar una o más acciones descritas se utiliza en el presente documento para referirse a cualquier dicha realización (es decir, uno o más circuitos especializados solos, uno o más procesadores programados, o cualquier combinación de estos). Más aún, se puede considerar adicionalmente que la invención está incorporada en su totalidad dentro de

20 cualquier forma de portador legible por ordenador no transitorio, tal como memoria de estado sólido, disco magnético o disco óptico que contiene un conjunto apropiado de instrucciones de ordenador que harían que un procesador

llevara a cabo las técnicas descritas en la presente memoria. Por lo tanto, los
varios aspectos de la invención se pueden incorporar en muchas formas
diferentes, y se contempla que todas dichas formas están comprendidas dentro
del alcance de la invención. Para cada uno de los diversos aspectos de la
5 invención, cualquier forma de realización descrita anteriormente puede ser
referida en el presente documento como “lógica configurada para” realizar una
acción descrita, o alternativamente como “lógica que” realiza una acción descrita.

La tecnología descrita en la presente memoria aborda la necesidad de
que un dispositivo sea capaz de obtener un posicionamiento preciso de sí mismo
10 (la llamada “autoposición”) en un área en la que la tecnología típica de hoy en
día (por ejemplo, GPS) no funciona lo suficientemente bien (por ejemplo, en
cañones urbanos, interiores, pisos de fábricas, etc.). Además, el objetivo es
hacerlo sin la necesidad de una capacidad de detección distinta del radar (que
se puede proporcionar por un módem con capacidades de radar, o por un módulo
15 de radar separado incorporado en el dispositivo) en algunas realizaciones, pero
no necesariamente todas, se puede utilizar adicionalmente un acelerómetro o
una brújula. Pero en todas estas realizaciones, la tecnología no requiere ninguna
necesidad de una cámara o de una ambiciosa red de estaciones base u otros
equipos de posicionamiento basados en redes de alto coste.

20 Las varias realizaciones descritas en la presente memoria son capaces
de derivar información de autoposicionamiento con una precisión de rango de
cm cuando están relativamente cerca de objetos y estructuras (a unos pocos

metros de distancia), y una precisión ligeramente menor cuando los objetos están lejos.

En un aspecto de las realizaciones descritas en el presente documento, se obtiene un mapa de referencia mundial (WR) basado al menos en otras
5 soluciones de posición basadas en radio que pueden alcanzar una precisión de 5-10 metros (potencialmente mejor, pero también potencialmente peor). Con el mapa de WR como punto de partida, la información obtenida por medio del escaneo por radar se utiliza para afinar la autopoición del dispositivo dentro del marco WR. A continuación, el término “WRP” se utiliza para referirse a la posición
10 de referencia mundial estimada de acuerdo con un procedimiento estandarizado basado en radio, tal como, pero no limitado a, la Diferencia de Tiempo de Llegada Observada (“OTDOA”) (se pueden utilizar otros enfoques para determinar el WRP; véanse los ejemplos a continuación). El término “Marco WR” se utiliza en la presente memoria para referirse al área local alrededor de la WRP como se
15 define por la precisión estimada del WRP. Por ejemplo, si se estima que la precisión de la WRP es de ± 5 metros, entonces el Marco WR es el área definida por la WRP ± 5 metros en cada dirección. De manera más general, el marco WR es una realización ejemplar de una porción de área local de un sistema de coordenadas de referencia (que, en esta realización, es el mapa de referencia
20 mundial).

El ajuste fino de la autopoición dentro del Marco WR se realiza al capturar las respuestas de radar de acuerdo con la configuración adecuada, cargar las

respuestas de radar capturadas a una función de servidor periférico móvil (MEF) y aplicar procedimientos de correlación (por ejemplo, huellas dactilares o correlación relativa a la información del mapa, o una combinación) donde los datos de radar proporcionados se correlacionan con información previa del entorno. Dado que la MEF sabe que el dispositivo está dentro del área Marco WR, solo necesita correlacionarse con eso. Esto puede lograr la precisión de posicionamiento de los niveles deseados.

Un aspecto importante de las realizaciones consistentes con la invención es la descarga del procesamiento dentro de la MEF y también de los datos que se ponen a disposición en la MEF, lo que permite un gran conjunto de diferentes optimizaciones y refinamientos. Además, mediante este enfoque, la MEF dispondrá de información muy precisa de la posición de todos los dispositivos, con una estimación de sus trayectorias, que puede ser útil para muchas tareas y optimizaciones diferentes e incluirse en correlaciones que proporcionan más información sobre la dinámica del entorno debido al movimiento de objetos.

Se presenta una serie de realizaciones diferentes que aplican los aspectos descritos anteriormente, y estos se discuten más adelante a continuación.

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar 100 que es consistente con realizaciones de la invención. El sistema ejemplar 100 comprende:

- Dispositivos móviles de comunicación (o Equipo de Usuario – UE) 101-1, 101-2, cada uno de los cuales comprende un módem 103 y se configura con la funcionalidad de radar 105 (implementada al utilizar el módem 103 o con circuitos de radar separados, como se muestra en la Figura 1).
5 Puede haber más o menos de dichos dispositivos en cualquier realización particular.
- Un sistema de comunicación celular 107 que comprende una estación base 109 con la que se comunican los dispositivos 101-1, 101-2. El sistema 100 también incluye o tiene acceso al soporte de posicionamiento
10 111 de acuerdo con alguna tecnología convencional (por ejemplo, GPS, OTDOA, etc.). Este soporte de posicionamiento 111 proporciona información de posición de granularidad aproximada para lograr un WRP y un Marco WR.
- Un servidor periférico móvil 113, que es un servidor que reside
15 preferentemente en la estación base 109 para proporcionar servicios que son locales en el área atendida por la estación base 109 y con latencias más bajas que van a través de la parte superior de un centro de datos (no mostrado) más lejano. El servidor periférico móvil 113 reside preferentemente en la estación base 109, pero su ubicación no es un
20 aspecto necesario ni esencial de las realizaciones de la invención.
- Un estimador de postura del dispositivo (también conocido como “orientación”) 115, por ejemplo, utilizando una IMU a bordo del dispositivo

(muy preciso) o, alternativamente, calculado en base a la alineación del haz hacia una referencia conocida (menor precisión) o, en otra alternativa, utilizando una medición de ángulo basada en radio (precisión media): Utilizando la dirección del haz desde un panel de antena de UE hacia la estación de base 109 como una referencia en el dominio espacial. El

5 Ángulo de Llegada (AoA) y el Ángulo de Salida (AoD) pueden, junto con las mediciones de tiempo de ida y vuelta (RTT), generar la posición aproximada y la postura del panel hacia la estación base 109.

Estos elementos se analizan con más detalle a continuación. Para facilitar

10 la descripción, a menos que sea necesario distinguir un dispositivo móvil de comunicaciones de otro (por ejemplo, para distinguir un primer dispositivo móvil de comunicaciones 101-1 desde un segundo dispositivo móvil de comunicaciones 101-2), un dispositivo móvil de comunicaciones se denominará genéricamente dispositivo móvil de comunicaciones 101.

15 Dispositivos móviles/UE's 101

Es ventajoso utilizar dispositivos móviles de comunicación 101 que estén equipados con la funcionalidad de radar 105. Dicha funcionalidad se puede implementar como, por ejemplo, un circuito y/o componente separado. Sin embargo, es más ventajoso hacer esto por medio de un módem 103 configurado

20 no sólo para realizar funciones de comunicación, sino también para generar y transmitir haces de radar 117 y recibir señales de radar reflejadas. En la realización preferida, el módem UE 103 se amplía con capacidades de radar de

acuerdo con técnicas conocidas. Una de esas enseñanzas se encuentra en la Solicitud de Patente PCT No. PCT/EP2020/069491. El coste agregado de la funcionalidad del radar además del de un módem 5G ordinario es mínimo debido a la capacidad de compartir paneles de antena que ocupan un espacio valioso en un dispositivo. Esto significa que el módem 103 se puede utilizar para tres funciones esenciales del sistema de posicionamiento:

- Comunicación con la estación base 109 y las funciones del servidor periférico móvil 113
- Uso del posicionamiento basado en la red 111 para la WRP o Marco WR de granularidad aproximada (véase anteriormente)
- Potenciación de la calidad/precisión del posicionamiento, ya que la detección del radar se puede llevar a cabo a diferentes frecuencias, diferentes direcciones de haz y con diferentes tipos y duraciones de señalización con un impacto mínimo o nulo en la comunicación 5G actual

En algunas realizaciones alternativas, pero no necesariamente en todas, la funcionalidad de radar 105 se implementa como un módulo separado que necesita ser configurado cuidadosamente para coexistir (sin causar interferencias significativas) con un módem 5G con el fin de realizar la operación conjunta como se describe en la presente memoria. Esto agrega costes y complejidad.

En aún otras alternativas, se observa que, a pesar de las referencias a módems compatibles con 5G en la presente memoria, aquellos expertos con

conocimientos básicos en la técnica entenderán fácilmente que se puede utilizar un módem que cumpla con otros estándares de comunicación o generaciones del estándar 3GPP.

Un UE 101 que tiene las capacidades mencionadas anteriormente se utilizaría normalmente en vehículos autónomos u otras unidades móviles que necesitan una localización de alta precisión, tal como vehículos autónomos desplegados en un entorno interior (por ejemplo, carros de transporte autónomos en fábricas totalmente autónomas, drones de vigilancia en fábricas o áreas urbanas densas, o vehículos de transporte autónomos en puertos donde la posición GPS puede ser bastante deficiente debido a condiciones fuera de la línea de sitio (parcialmente interiores, construcción de paredes, altas pilas de contenedores, etc.)).

En el caso de los vehículos autónomos, el dispositivo móvil puede conocer la necesidad de posicionamiento (por ejemplo, la frecuencia y el propósito de uso) y, en consecuencia, su funcionalidad de posicionamiento se puede basar en el contexto. Por ejemplo, una unidad móvil que está parada también podría detener o reducir los intentos de posicionamiento, ahorrando así energía y liberar recursos valiosos. Una unidad móvil que está cerca de estructuras, tales como maquinaria grande en el piso de una fábrica, puede necesitar una posición más precisa con una tasa que depende de qué tan rápido se mueva. Un dispositivo móvil que está lejos de cualquier estructura puede tener menores exigencias en cuanto a precisión de posicionamiento, ya que pronto no corre un riesgo

inminente de colisionar con nada. Por lo tanto, no será necesaria una posición de alta precisión para que se mueva a las coordenadas deseadas (suponiendo que la precisión del posicionamiento pueda aumentar a medida que se acerque a su posición objetivo).

5 Los dispositivos móviles 101 se pueden equipar con una IMU o acelerómetro, un sensor giroscópico o una brújula para la estimación 115 de la orientación del dispositivo y estimar la dirección de los haces de radar. Sin embargo, las realizaciones alternativas que carecen de dicho soporte también se describen a continuación.

10 Soporte del sistema celular y la estación base 109

Existen muchos procedimientos conocidos para el posicionamiento basado en la red que son capaces de proporcionar una posición de granularidad aproximada de un dispositivo de comunicaciones móviles 101. Dichos procedimientos incluyen, por ejemplo, el uso de la Diferencia Horaria Observada de Llegada (OTDOA), la Hora de Llegada (ToA) del enlace ascendente, la ID de Celda Potenciada (E-CID), las mediciones del Tiempo de Ida y Vuelta (RTT), el 15 Ángulo de Llegada (AoA) y el Ángulo de Salida (AoD). Las soluciones de posición basadas en radio pueden alcanzar una precisión de 5-10 metros (potencialmente mejor, pero no garantizada). La idea que se emplea en realizaciones 20 consistentes con la invención es utilizar una estimación aproximada de la posición como una posición de referencia mundial (WRP), y luego utilizar una

detección adicional (por ejemplo, detección por radar) para ajustar de forma fina la posición dentro de un Marco WR centrado alrededor del WRP.

A continuación, el término WRP se utiliza para referirse a la posición de referencia mundial estimada de acuerdo con un procedimiento normalizado
5 basado en radiocomunicaciones como OTDOA. Se pueden utilizar otros enfoques de posicionamiento aproximado como alternativas (véase ejemplos a continuación). El término Marco WR se utiliza en la presente memoria para referirse al área alrededor de la WRP como se define por la precisión estimada de la WRP (la estimación de la precisión se puede basar en el procedimiento
10 utilizado, las características de despliegue y las estimaciones de los componentes clave que acumulan la incertidumbre como, por ejemplo, los errores de sincronización). Por ejemplo, si se estima que la precisión de la WRP es de ± 5 metros, entonces el Marco WR es el área definida por una región centrada en la WRP y que se extiende desde ella ± 5 metros en cada dirección.

15 Para ilustrar aún más este punto, la Figura 2 ilustra un ejemplo de Marco WR 201, que es una porción de área local de un sistema de coordenadas de referencia (más grande) 209. El sistema de coordenadas de referencia 209 es, en general, mucho más grande (por ejemplo, en órdenes de magnitud) que la porción de área local 201, y por esta razón se debe entender que los aspectos
20 representados en la Figura 2 no se dibujan a escala.

Un UE 203 está posicionado en una posición 207 como se muestra en la figura. También se muestra una estimación aproximada de su posición (WRP)

211, que tiene un error real 205 como se ilustra. Sin embargo, cuando se estima la estimación aproximada, WRP, todo lo que se sabe es que su grado de precisión es una cantidad $\pm \epsilon$. Por esta razón, el Marco WR 201 se centra alrededor de la estimación aproximada WRP 211. (Nota: El Marco WR 201
5 podría tener alternativamente otra conformación, tal como circular. Su conformación particular no es un aspecto esencial de las realizaciones de la invención).

Función del servidor periférico móvil (MEF)

El servidor periférico móvil 113, ubicado dentro del sistema celular en, por
10 ejemplo, la estación base 109, es un elemento importante en algunas realizaciones de la invención. En un aspecto, el servidor periférico móvil 113 tiene acceso a un mapa de referencia 213 que representa objetos y características que se esperaría que la detección detectara dentro de diferentes porciones de área local 201 de un sistema de coordenadas de referencia 209.
15 Tiene la capacidad de gestionar el procesamiento de la información suministrada por el sensor (por ejemplo, la información de la señal de radar suministrada por un dispositivo móvil de comunicaciones 101) y correlacionarla con datos previos, información de mapa y otros conocimientos del entorno con el fin de mejorar una estimación aproximada 211 de la posición 207 del dispositivo móvil de
20 comunicaciones. La estimación aproximada 211 de la posición se proporciona, en algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, al dispositivo móvil de comunicaciones 101. Y en un aspecto de realizaciones consistente con la

invención, el servidor periférico móvil 113 produce una guía para la detección adicional de la vecindad del dispositivo móvil de comunicaciones con el fin de producir información de detección relevante que se puede utilizar para refinar la primera estimación de la posición (es decir, la posición aproximada) 211 en una
5 segunda 215 más precisa. La guía para la detección adicional se puede suministrar al dispositivo móvil de comunicaciones 101 a través de la estación base 109. Además, como está en comunicación con todos los UE y conoce su posición, se puede aplicar una mayor optimización a escala de todo el sistema. Estos aspectos se describen a continuación.

10 En la realización ejemplar ilustrada en la Figura 1, el servidor periférico móvil 113 es una entidad independiente. Sin embargo, en realizaciones alternativas, el servidor periférico móvil 113 se puede implementar como extensiones de las funcionalidades de la estación base 109 o incluso se puede manejar en un servidor conectado a Internet más allá de la estación base 109.
15 Se contempla que todas dichas alternativas están dentro del ámbito de las realizaciones de la invención. Cabe señalar, sin embargo, que es ventajoso para la funcionalidad del servidor periférico móvil ubicarse junto con la estación base 109, dada la relevancia local de esta función y las cortas latencias en la comunicación con los UE. Con un área geográfica limitada, la base de datos con
20 información de mapa y datos históricos, así como la optimización basada en el conocimiento de todos los UE de la zona, se puede implementar de manera eficiente. Además, con el sistema ubicado en conjunto, también hay

significativamente menos latencias de reducción de rendimiento en comparación con un centro de datos a través de la parte superior remoto.

Más adelante en esta descripción, también se señala que, en algunas realizaciones alternativas consistentes con la invención, algunas de las funcionalidades periféricas móviles se pueden manejar en los propios dispositivos móviles. Sin embargo, dichas realizaciones pueden ser menos eficientes que otras.

Aunque en implementaciones típicas se puede suponer que una función periférica móvil atiende a una estación base, no hay obstáculos principales que impidan que una función periférica móvil atienda a muchas estaciones base. A pesar de que los mapas y la correlación, así como las estadísticas, están relacionados con un área local, puede haber varios sitios de antena atendidos por una estación base 109 y un servidor periférico móvil 113. A continuación, el sistema, la solución y los ejemplos asumen un servidor periférico móvil 113 para esta funcionalidad, pero el alcance de la invención no se limita a tener sólo un servidor periférico móvil 113 para esto.

Para ilustrar algunos aspectos de las realizaciones de la invención, la descripción hará ahora referencia al diagrama de señalización ejemplar ilustrado en la Figura 3A. Las características representadas con líneas punteadas y cuadros representan aspectos que son opcionales para esta realización ejemplar.

1. Dispositivo 101: Se inicia el autoposicionamiento (etapa 301) y, como consecuencia, se comunica una solicitud de posición basada en la red a la estación base 109 (etapa 303). La red ejecuta una técnica de posicionamiento que produce una posición aproximada del dispositivo móvil 101 (etapa 305). Las técnicas de posicionamiento de granularidad aproximada son conocidas en la técnica y todas están contempladas dentro del alcance de las realizaciones de la invención.
5
2. A continuación, la estación base 109 o la función de red comunica la posición aproximada 211 al dispositivo (etapa 307). Esta acción se incluye en esta realización para ilustrar entornos en los que no hay comunicación directa de esta información desde la estación base 109 al servidor periférico móvil 113, por lo que es proporcionada por la estación base 109 hasta el móvil 101 que, a su vez, la reenvía al servidor periférico móvil 113. Pero en realizaciones alternativas, tal como se muestra en la Figura 5 que se discute a continuación, la WRP se pasa directamente desde la estación base 559 hasta el servidor periférico móvil 563, por lo que no hay necesidad de que el dispositivo móvil 551 lo reciba y luego lo reenvíe.
10
15
3. Dispositivo 101: Recibe la posición aproximada 211 desde la función de red, que ahora constituye la WRP 211. Dependiendo del procedimiento utilizado en la realización particular, el dispositivo 101 también podría recibir una indicación del nivel de confianza (por ejemplo, una indicación del grado de precisión) de esa posición de la función de red 109.
20

4. Dispositivo 101: Emite secuencias de radar y recibe la respuesta (etapa 309). Las configuraciones del radar se basan en el conocimiento del dispositivo de las entidades indicadas en el mapa o en la guía recibida previamente del servidor periférico móvil 113. Por ejemplo, la red puede
5 mirar en la base de datos y determinar qué direcciones tienen cantidades fiables de datos disponibles que se pueden correlacionar con los datos de detección del dispositivo y pedir al dispositivo 101 que utilice paneles específicos en esas direcciones. Si no hay conocimientos previos, los parámetros del radar se basan en los parámetros predeterminados. Esto
10 se describe con más detalle a continuación.
5. El dispositivo 101 envía los datos de radar recibidos al servidor periférico móvil 113 (etapa 311), con los datos que incluyen la configuración de los parámetros utilizados en esta detección, así como la WRP 211.
6. El servidor periférico móvil 113 (o la funcionalidad periférico móvil
15 comparable implementada en un nodo de red tal como la estación base 109) determina el Marco WR 201 (etapa 313) en base al WRP 211, el nivel de confianza potencialmente recibido de esa estimación de la WRP y la información histórica sobre el nivel de precisión de la WRP de esa posición en esa área (basada en su base de datos sobre estimaciones anteriores
20 relativas a las posiciones precisas determinadas para todos los dispositivos en esa área históricamente). El área puede ser toda la celda

de la red, o definida de forma más estricta en base al WRP. Esta función se describe con más detalle a continuación.

7. El servidor periférico móvil 113 determina una segunda estimación 215 más precisa de la posición 207 (etapa 315) en base al Marco WR 201 y en los datos de radar recibidos. Esta función se describe con más detalle a continuación.

8(alt1). El servidor periférico móvil 113 envía la segunda estimación (más precisa) 215 de la posición 207 al dispositivo (etapa 319).

9(alt1). El servidor periférico móvil 113 actualiza su base de datos con los datos relevantes del dispositivo, así como con la posición precisa determinada (etapa 331). Esta función se describe con más detalle a continuación.

En ciertos casos, es posible que la funcionalidad periférica móvil (es decir, implementada como un servidor periférico móvil independiente 113 o como una función auxiliar de un nodo de red tal como una estación base 109) no pueda determinar la posición precisa del dispositivo con alta confianza/precisión. Las razones pueden ser que el entorno ha cambiado, por lo que no hay una buena correspondencia en los datos de la base de datos (por ejemplo, mapa, señales de radar anteriores, etc.), o que la WRP por ciertas razones es especialmente incorrecto en un caso específico. Una de las principales ventajas del enfoque tecnológico descrito en la presente memoria es que la función periférica móvil tiene una buena visión general del mapa y de las posibles razones de la escasa

confianza de la posición estimada y, de acuerdo con lo anterior, puede proporcionar guía al dispositivo móvil 101 para realizar mediciones adicionales que se configuran para mejorar la precisión de la posición estimada. Dicha guía puede ser, por ejemplo:

- 5 - Mover (una cierta distancia estimada en una dirección conocida donde de acuerdo con la medición del radar no hay ningún objeto en el camino) y desde allí realizar una nueva medición, y enviar esos nuevos datos del sensor junto con el movimiento delta estimado a la función periférica móvil 113.
- 10 - Realizar una medición adicional basada en una configuración diferente de la señalización del radar, por ejemplo, mayor potencia, mayor ancho de banda, mayor duración de la señal, frecuencias adicionales; y/o basado en la dirección de una o más transmisiones de radar en una dirección diferente (por ejemplo, utilizando un panel de antena diferente) que se
- 15 habían realizado anteriormente (por ejemplo, con la expectativa de que las direcciones estén asociadas con firmas de radar más distintas y únicas (por ejemplo, según se determina a partir de los datos de mapa disponibles y los datos de escaneos de radar anteriores en la red)); etc.

En base a esto, la última parte del flujo anterior se convierte (como se

20 ilustra en los cuadros punteados y las señales de la Figura 3A):

8(alt2). La función periférica móvil 113 determina los parámetros más adecuados para guiar el rendimiento de las mediciones adicionales

necesarias para una posición más precisa (etapa 317). Como se señaló anteriormente, esto puede implicar que la red mire la base de datos y determine qué direcciones tienen cantidades confiables de datos disponibles que se pueden correlacionar con los datos de detección del dispositivo y pedirle al dispositivo 101 que utilice paneles específicos en esas direcciones.

9(alt2). La función periférica móvil 113 envía la segunda estimación (exacta) 215 de la posición (como se determina en la etapa 315) al dispositivo, con una indicación del nivel de confianza (inferior) (etapa 319)

10 10. La función periférica móvil 113 envía parámetros al dispositivo 101 para guiar el rendimiento de mediciones adicionales (etapa 321)

11. El dispositivo 101 realiza mediciones adicionales de acuerdo con la guía (etapa 323)

12. El dispositivo 101 envía los datos recopilados adicionalmente a la función periférica móvil 113 (etapa 325)

13. La función periférica móvil 113 determina la posición actualizada en base a los datos adicionales (etapa 327)

14. La función periférica móvil 113 envía la posición actualizada con confianza actualizada al dispositivo 101 (etapa 329)

20 15. La función periférica móvil 113 actualiza su base de datos con los datos relevantes desde el dispositivo, así como la posición precisa determinada (etapa 331).

En una clase alternativa de realizaciones, la Figura 3B es un diagrama de señalización alternativo ejemplar que es, en la mayoría de los aspectos, idéntico a la Figura 3A, excepto con respecto a la determinación de la posición aproximada. En lugar de determinarse en la estación base 109 (como se ilustra en la Figura 3A), la primera estimación (aproximada) 211 de la posición 207 (y posiblemente también una estimación de la confianza en la primera posición) se determina por el propio dispositivo móvil 101. Esta determinación se puede realizar de varias maneras diferentes, que incluyen, pero no se limitan a, el uso de un circuito del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) dentro del dispositivo móvil 101 (etapa 351). En todos los demás aspectos, las acciones representadas en la Figura 3B son las mismas que las acciones correspondientes representadas en la Figura 3A, y por esta razón se hace referencia a la descripción de la Figura 3A para una descripción de estas acciones representadas en la Figura 3B.

Más adelante en el presente documento se proporciona una descripción más detallada de algunas de las etapas mencionadas anteriormente.

Para ilustración adicional, la Figura 4 muestra un ejemplo cuando el dispositivo móvil (UE) 401 está en un área circundante. De acuerdo con los aspectos de las etapas ilustradas en la Figura 3, la función periférica móvil 113 ha estimado la posición 207 del dispositivo como WRP 211 que tiene un Marco WR 403 correspondiente. Se puede ver que la posición estimada del dispositivo, WRP, es inexacta por una cantidad δ . Las conformaciones ilustradas rellenas de

sombreado representan estructuras/objetos cercanos (por ejemplo, paredes, máquinas, muebles).

En la operación básica de los ejemplos mostrados en la Figura 3A, el UE 401 recibe la WRP (es decir, su posición estimada) y realiza la operación de radar de acuerdo con la guía recibida. En este caso ejemplar, las señales de radar se emiten en cuatro direcciones de haz, y para cada dirección de haz, el UE 401 recibe las reflexiones y estima o calcula las características de la señal de respuesta de radar (por ejemplo, latencia, fuerza, características Doppler, conformación, etc.). La WRP y los datos de radar recibidos (por ejemplo, señales de radar reflejadas sin procesar o una versión procesada de las mismas con información útil extraída) se envían a la función periférica móvil 113. (El UE 401 que envía la WRP a la función periférica móvil 113 se incluye en la presente memoria para ilustrar realizaciones en las que no hay comunicación directa de esta información desde la estación base 109 al servidor periférico móvil 113. Pero en realizaciones alternativas, tal como se muestra en la Figura 5 que se discute a continuación, la WRP se pasa directamente desde la estación base 559 hasta el servidor periférico móvil 563, por lo que no hay necesidad de que el dispositivo móvil 551 haga esto.) La función periférica móvil determina el Marco WR 403 y correlaciona los datos derivados de las señales de radar con uno o más mapas de referencia 213 y/o señales de radar previamente registradas generadas en posiciones conocidas y mantenidas para estimar posibles posiciones dentro del Marco WR 403. En base a su conocimiento holístico del

mapa 213 (objetos conocidos y sus respectivas posiciones) que corresponde al Marco WR 403, así como de las características de las señales de radar registradas desde diferentes posiciones dentro del Marco WR 403, se determina una estimación más precisa de la posición 207 del UE. De hecho, dadas las
5 diferentes distancias y características de la señal de los diferentes objetos y estructuras, se puede determinar que solo un punto específico en el Marco WR 403 puede ser posible.

En ciertas situaciones teóricas, puede haber múltiples posiciones posibles dentro de un Marco WR 403 que pueden conducir a un mismo conjunto de
10 respuestas de radar, pero luego una iteración con datos adicionales (por ejemplo, al guiar al dispositivo 401 para que se mueva una cierta distancia y realizar otra medición de radar que luego se analiza) normalmente sería suficiente para resolver la incertidumbre, excepto en situaciones muy raras.

Dado que hay múltiples direcciones de haz y múltiples objetos que se
15 reflejan, el análisis de correlación se configura preferentemente para poder manejar ciertas desviaciones, por ejemplo, cuando los objetos individuales se han movido pero la mayor parte de la escena es estable. En ciertos casos, es posible que se produzcan cambios más perturbadores en la escena (mayor fracción de objetos movidos). Las optimizaciones que se describen a
20 continuación pueden ayudar a resolver dichas situaciones.

Tenga en cuenta que incluso si la función periférica móvil 113 se correlaciona solo para posiciones dentro del Marco WR 403, utiliza reflexiones

de objetos y estructuras fuera del Marco WR 403 (por ejemplo, del objeto 405). Las direcciones del haz de radar, y también el marco WR 403, no necesitan estar contenidas solo dentro de la dimensión X-Y, sino que también pueden incluir direcciones hacia arriba y hacia abajo dependiendo del sistema y las
5 necesidades.

En algunas realizaciones, los datos de radar de los dispositivos pueden incluir marcas de tiempo y un vector de movilidad estimado durante el escaneo para tener en cuenta los escaneos realizados desde diferentes posiciones. Esto permite un mayor análisis y precisión en la función periférica móvil 113, ya que
10 tiene en cuenta múltiples posiciones y un conocimiento más consolidado sobre la trayectoria de todos los dispositivos en el área.

Algunos de los aspectos mencionados anteriormente se describen con más detalle a continuación:

Emisión de secuencias de radar y recepción de las respuestas

15 En implementaciones simplistas, el dispositivo 101 puede emitir haces de radar en todas las direcciones de acuerdo con algunas configuraciones de radar predeterminadas y enviar las respuestas de la señal recibida a la función periférica móvil 113 (junto con las configuraciones de WRP y radar). Sin embargo, hay varios problemas con esto:

- 20 - Las configuraciones del radar pueden ser subóptimas con respecto al contexto real (por ejemplo, distancias a objetos relevantes en varias

direcciones, anchura de los haces, ciertos tipos de objetos que exigen ciertos ajustes del radar para un rendimiento óptimo).

- Si el radar se realiza en el espectro definido por los estándares 3GPP, la operación del radar debe tener en cuenta la interferencia causada a otros dispositivos por las señales de radar y también la interferencia desde otros dispositivos que pueda perturbar las reflexiones del radar. Dependiendo de la posición relativa del dispositivo con respecto a otros dispositivos y estaciones base, puede haber ciertas direcciones, frecuencias y niveles de potencia de salida que se deben evitar.
- Para dispositivos móviles, la proximidad a otro dispositivo bajo movilidad y a ciertos objetos clave puede requerir operaciones más estrictas en tiempo real o precaución, mientras que otras situaciones pueden ser más relajadas en términos de demandas en tiempo real.

Las realizaciones consistentes con la invención permiten una operación optimizada ya que la función periférica móvil 113 tiene conocimiento del mapa general, así como de dónde están posicionados todos los dispositivos y sus movimientos recientes, e información sobre todas las posiciones de la estación base. Las optimizaciones permiten adaptar el radar al entorno, dependiendo de las distancias esperadas y los tipos de estructuras, y la energía de salida del radar, la forma de onda y la duración pueden ser diferentes en diferentes direcciones. Esto permite las siguientes optimizaciones:

- 5 A. Cuando la función periférica móvil 113 envía la posición precisa al dispositivo 101, también envía cierta información clave alrededor del área/vecindad: por ejemplo, proximidad/dirección a otros dispositivos móviles y estaciones base, proximidad a ciertos objetos o estructuras clave y otra información relevante clave necesaria (por ejemplo, si hay ciertos cambios rápidos en el entorno).
- 10 B. Cuando los datos en la etapa (7) anterior no son suficientes para una determinación precisa de la posición, por ejemplo, debido a que ciertos objetos clave se han movido, la función periférica móvil 113 puede enviar una guía adicional para recibir datos adicionales: no solo al dispositivo actual (etapa (10) anterior) sino también a otros dispositivos cercanos que pueden ayudar a recopilar conocimientos actualizados adicionales sobre el entorno desde sus respectivas posiciones. Los protocolos y reglas exactos para tales procedimientos están más allá del alcance de esta descripción, pero hay varias soluciones alternativas diferentes que están dentro de la capacidad de aquellos expertos con conocimientos básicos en la técnica (por ejemplo, también se puede suponer que los UE que hacen uso de este servicio de posicionamiento ayudan con mediciones adicionales cuando sea necesario si no hay ningún problema para que lo
- 20 hagan).

C. Más adelante en el presente documento, se describe una realización alternativa que implica la integración de cierta medición optimizada en cada operación de radar.

Al realizar varios posicionamientos posteriores, potencialmente con
5 estimaciones de movimiento en el medio (si el dispositivo tiene la capacidad de
estimar el movimiento), la función periférica móvil 113 puede determinar la
posición con una precisión aún mayor y, en algunas, pero no necesariamente en
todas las realizaciones, aplicar optimizaciones tales como la reducción del
tamaño del Marco WR 403 para casos específicos, solo correlacionándose con
10 ciertas partes de los mapas, similares.

Función periférica móvil 113 que determina el Marco WR 403

Existen múltiples procedimientos para determinar el Marco WR 403. De
una de las formas más sencillas, se utiliza un esquema de posicionamiento
basado en radio que incluye la indicación del grado de precisión que se puede
15 esperar (por ejemplo, ± 5 metros) y el Marco WR 403 se convierte en WRP ± 5
m en cada dimensión. Véase, por ejemplo, la Figura 2. Y como se mencionó
anteriormente, el Marco WR 403 puede tener alternativamente otra
conformación, tal como, pero no limitada a circular, elipsoide o esférica.

Se puede utilizar otra forma de determinar el Marco WR 403 si se ha
20 determinado recientemente una posición y si se conoce la velocidad (o velocidad
máxima) del dispositivo, así como la dirección y la aceleración (o aceleración
máxima). Siempre que la cantidad de tiempo desde la determinación de

ubicación anterior no sea grande, entonces se puede utilizar un Marco WR 403 mucho más pequeño.

Sin embargo, a medida que ese intervalo de confianza se vuelve pesimista (debe tener en cuenta el grado de precisión del peor de los casos para ese
5 procedimiento), un aspecto de las realizaciones de la invención proporciona una mejora adicional.

Más particularmente, para cada autopoicionamiento realizado, la función periférica móvil 113 agrega la información relacionada a un historial almacenado de WRP, la metodología empleada para llegar a WRP y la posición precisa
10 finalmente producida a partir del análisis de radar. Con el tiempo, la función periférica móvil 113 acumula un excelente conocimiento estadístico del intervalo de confianza real para diferentes procedimientos de WRP en las diferentes partes de toda el área: ciertos lugares pueden tener una precisión de WRP razonablemente buena (por ejemplo, línea de visión con la estación base)
15 mientras que otros tienen una precisión de WRP muy pobre (por ejemplo, debido a condiciones de radio difíciles). La función periférica móvil 113 puede recopilar además estadísticas sobre las desviaciones de precisión de WRP entre diferentes modelos de módem, y similares. Dicha información recopilada se puede, por ejemplo, utilizar como tema de aprendizaje automático/análisis para
20 permitir predicciones y/o estimaciones precisas y/o para identificar cómo los diferentes factores afectan la precisión. Por lo tanto, después de haber realizado un gran número de servicios de posicionamiento precisos, algunas, pero no

necesariamente todas, las realizaciones consistentes con la invención permiten que la función periférica móvil 113 sea capaz de proporcionar un Marco WR 403 optimizado teniendo en cuenta tanto las condiciones ambientales como las diferencias de tipo de módem. Esto también beneficia la precisión de
5 posicionamiento de los UE que no son de radar.

Función periférica móvil 113 que determina la posición precisa

Dado el conocimiento de que el dispositivo móvil está dentro del Marco WR 403, la tarea consiste en que la función periférica móvil 113 correlacione los datos de la señal de radar con los datos del servidor periférico móvil 113. Esto
10 se puede hacer de acuerdo con varios enfoques diferentes, tales como, pero no limitados a:

- A. Los datos del radar proporcionan información para diferentes haces en objetos a ciertas distancias. La función periférica móvil 113 correlaciona esto con la información de mapa y/o las señales de radar previamente
15 registradas obtenidas en posiciones conocidas que está manteniendo, y determina la posición más probable dentro del Marco WR 403, con el menor número de anomalías (reflexiones sin correspondencia de objetos en el mapa, u objetos sin ninguna reflexión de radar) o cualquier otro algoritmo con la mejor correlación (por ejemplo, un algoritmo que tiene
20 en cuenta el tamaño de la anomalía o desviación). A este respecto, es ventajoso, a ciertos intervalos, rehacer o recalibrar el algoritmo basado en datos históricos para que se pueda determinar, por ejemplo, si el

número de anomalías se puede reducir significativamente si no se tienen en cuenta ciertas estructuras o reflexiones.

Las anomalías pueden implicar objetos que se han movido u objetos con características de reflexión desafiantes, que se registran para futuros análisis de correlación y posible actualización de la información del mapa. Además, la función periférica móvil 113 puede detectar patrones que cambian con el tiempo, tales como ciertos objetos en el entorno que están presentes solo en ciertos momentos, en cuyo caso los datos de correlación pueden incluir una variable de temporización asociada con estos objetos.

B. Las señales de radar se correlacionan con una base de datos de señales de radar anteriores desde diferentes posiciones en el Marco WR 403 de acuerdo con una tecnología de huellas dactilares (por ejemplo, tecnología que se basa en puntos de referencia conocidos dentro del entorno). También para esto, se pueden determinar y explotar los patrones de temporización detectados (véase el párrafo anterior).

C. Una aproximación combinada entre (A) y (B) cuando no hay señales de radar previas desde posiciones relevantes. En dichos casos, se utiliza la metodología descrita en (A), pero las señales de radar se almacenan para futuras aplicaciones de la metodología descrita en (B).

La función periférica móvil 113 actualiza su base de datos con los datos pertinentes

Un aspecto de las realizaciones consistentes con la invención es la capacidad de la función periférica móvil 113 para correlacionar los datos de radar con los datos de mapa/base de datos registrados y realizar optimizaciones en base a los datos registrados y tener una visión holística del estado del sistema (por ejemplo, el proceso de posición más reciente de los UE y sus trayectorias, el proceso de posición más reciente de los objetos principales relevantes, etc.).

La base de datos de la función periférica móvil incluye:

- Información de mapa, en una forma que sea propicia para correlacionarse con los reflejos del radar (en diferentes configuraciones de parámetros de radar), con datos detallados de posición de objetos y estructuras.
- Características de reflexión del radar desde diferentes direcciones de los objetos y estructuras identificados en el mapa. Estos se pueden calcular inicialmente en base al mapa estructural (arriba) dado cierto conocimiento sobre el material y la conformación. Estos también se pueden medir inicialmente en base a un dispositivo potenciado con un sensor de alta precisión, y solo deben hacerse una vez. En un aspecto de realizaciones consistente con la invención, esta información se actualiza continuamente a medida que el sistema está en uso.
- Reflexiones de la señal de radar de los dispositivos reales en uso, anotadas con diferentes ajustes de parámetros del radar en la medición.

- Posición de la WRP original y procedimiento de cada caso de posicionamiento, junto con la posición precisa derivada de la correlación del radar.

Además, la función periférica móvil 113 mantiene un mapa actualizado
5 con todos los dispositivos conectados que utilizan este servicio de
posicionamiento. Esto permite a la función periférica móvil 113 aplicar
optimizaciones con respecto a permitir que los dispositivos complementen la
información débil de ciertas áreas, y con respecto a qué direcciones del haz
podrían estar más sujetas a la interferencia de la transmisión de radar (bandas
10 3GPP y/u otras). Por último, esta información también permite otros tipos de
servicios basados en información detallada sobre el posicionamiento y la
trayectoria de todos los dispositivos en el área, junto con una visión actualizada
de los objetos y la estructura de esa área, sin exigir que los dispositivos estén
equipados con cámaras, lo que de otro modo agregaría costes y podría
15 considerarse un problema de privacidad. Más detalles sobre dichos servicios
están fuera del alcance de esta descripción.

Creación de datos de base de datos para la función periférica móvil 113

La base de datos de la función periférica móvil 113 se debe completar
inicialmente y luego refinar de forma iterativa a través del uso: cuanto más se
20 utilice y más dispositivos, mejor y más rica será.

En una realización consistente con la invención, el contenido inicial puede
ser registrado con un cierto dispositivo potenciado que tiene sensores

adicionales para determinar su distancia movida desde posiciones precisas conocidas. Además, se puede crear un mapa del entorno con todos los objetos y estructuras estáticas. La creación del mapa inicial debe hacerse solo una vez (en una fábrica, esto puede ser paredes, maquinaria grande y otros objetos notables), pero esto puede existir desde el principio. Este dispositivo potenciado registra las señales de radar y determina cómo los ecos del radar hacen que ciertos objetos sean visibles a diferentes distancias. Todos estos datos se registran en la base de datos, y el mapa de estructuras y objetos se actualiza en base a su visibilidad y características desde una perspectiva de radar.

En otra realización consistente con la invención, un dispositivo potenciado que tiene una cámara utiliza algún tipo de Localización y Mapeo Simultáneos (SLAM) (existen muchas soluciones que son compatibles con realizaciones de la invención) para crear un mapa del entorno, y utiliza radar para anotar o actualizar ese mapa en base a sus características de reflexión de radar. Esta implementación de SLAM no necesita ser optimizada, ya que esto se hace esencialmente una sola vez. También es posible volver a realizar este procedimiento a diferentes intervalos, pero entonces no se trata de crear el mapa inicial y el contenido de la señal de radar, sino de actualizar la base de datos en base a ciertos objetos que se han movido o se han agregado, en principio obteniendo una confirmación desde las mediciones de radar recientes desviadas donde se han identificado anomalías.

Precisión de posicionamiento

La precisión de posicionamiento de la tecnología descrita en la presente memoria depende de las características de señalización del radar.

Por ejemplo, un ancho de banda de señal más amplio permite mediciones más precisas y resuelve más detalles en los objetivos, lo que proporciona más información para el posicionamiento. La relación señal/ruido también es de fundamental importancia para la calidad de la medición del radar, y esto se puede mejorar mediante un aumento de la energía de salida o un tiempo de correlación más largo. Sin embargo, la energía de salida requerida y el tiempo de correlación crecen rápidamente con la distancia del objetivo, y más allá de cierta distancia se vuelve poco práctico resolver objetos pequeños. Los tiempos de correlación largos también se vuelven cada vez más difíciles de combinar con los movimientos. Por lo tanto, para minimizar los recursos utilizados y maximizar la precisión del posicionamiento, es mejor, si es posible, apuntar a objetos cercanos con una energía y duración relativamente bajas, pero con un gran ancho de banda de señal. La precisión de la posición será una fracción del ancho de banda de la señal inversa multiplicado por la velocidad de la luz. Si, por ejemplo, se utiliza un ancho de banda de señal de unos pocos GHz, la precisión obtenida por correlación de la modulación de la señal puede ser de unos pocos centímetros.

En general, es probable que los objetos más distantes también conduzcan a mediciones algo menos precisas que los que están cerca. Esto se debe, en parte, a un mayor retraso antes de ser recibido, lo que influye más en la fluctuación del reloj. También se debe a las propiedades desconocidas de dicha

ruta de propagación de la señal tan larga y más amplia (el haz tiene un ángulo de apertura finito). Sin embargo, si faltan objetos cercanos, se tolera una precisión reducida para la mayoría de las aplicaciones, ya que cuanto más cerca esté un dispositivo de los objetos de su entorno, más preciso debe ser el posicionamiento. Además, otras tecnologías de posicionamiento radioeléctrico funcionan peor en presencia cercana de estructuras y objetos importantes (canales de radio más desafiantes, sin línea de visión con estaciones base), que es exactamente el escenario para el que la tecnología descrita actualmente puede proporcionar un posicionamiento con precisión de hasta cm. Por lo tanto, la naturaleza de los procedimientos los hace complementarios.

El listado de todas las posibles características del radar que pueden explotarse para una evaluación más profunda está fuera del alcance de esta descripción, ya que también depende de las implementaciones de radar en los dispositivos. Pero, en general, una ventaja importante de la tecnología descrita actualmente es que la función periférica móvil 113 tiene una comprensión holística del entorno, lo que permite la guía para optimizar las mediciones de radar dependiendo de las necesidades.

Realización alternativa: Operación de radar guiado

Para ilustrar algunos aspectos adicionales de algunas, pero no necesariamente todas, las realizaciones alternativas consistentes con la invención, la descripción hará ahora referencia al diagrama de señalización ejemplar ilustrado en la Figura 5. Las características representadas con líneas

punteadas y cuadros representan aspectos que son opcionales para esta realización ejemplar.

1. El dispositivo móvil 551 inicia su aplicación de autoposicionamiento (etapa 501) y, en consecuencia, envía una solicitud de inicialización de autoposicionamiento (etapa 503) a la estación base 559 u otra función de red.
5
2. La estación de base 559 u otra función de red realiza una función inicial de posicionamiento basada en la red para determinar la WRP (potencialmente con cierto nivel de confianza) (etapa 505) y lo proporciona a la función periférica móvil 563 (etapa 507).
10
3. La función periférica móvil 563, en respuesta, determina el Marco WR que corresponde a la posición WRP (etapa 509) y también determina los parámetros para guiar la operación del radar en base al área, los objetos relevantes en el entorno, su uso permitido del radar en ciertas bandas de frecuencia, y similares (etapa 511). En algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, la guía también se puede basar en sí y en qué tipo de capacidad de radar tiene el dispositivo 551 (por ejemplo, si tiene capacidad SAR). La información de capacidad del dispositivo se puede suministrar a la función periférica móvil 563 de varias maneras, que incluyen, pero no se limitan a, recibirla del dispositivo 551. Al realizar la detección de acuerdo con la guía de la función periférica móvil, el dispositivo 551 siempre puede realizar su operación de radar de una
15
20

- manera optimizada que tenga en cuenta el conocimiento holístico de la función periférica móvil del mapa en esa área, todos los demás dispositivos móviles y la dinámica conocida en el entorno, y las mediciones históricas previas de otros dispositivos en esa área. A continuación, la función periférica móvil 563 envía los parámetros de guiado de radar y Marco WR al dispositivo móvil 551 (etapa 513).
4. A continuación, el dispositivo 551 emite secuencias de radar y recibe la respuesta (etapa 515). Las configuraciones del radar se basan en el conocimiento del dispositivo de las características indicadas en el mapa y en la guía recibida previamente del servidor periférico móvil 113. Esto se describe con más detalle a continuación.
5. A continuación, el dispositivo 551 envía los datos de radar recibidos al servidor periférico móvil 563 (etapa 517) junto con la configuración de los parámetros utilizados en esta detección, ya que, en algunas realizaciones, estos se pueden desviar de la guía proporcionada por el servidor periférico móvil 563.
6. El servidor periférico móvil 563 determina una posición precisa (etapa 519) basada en el Marco WR y los datos de radar recibidos, y la envía al dispositivo móvil 351 (etapa 521).
- 7(al1). El servidor periférico móvil 363 actualiza su base de datos con los datos relevantes del dispositivo 351, así como la posición precisa determinada (etapa 535).

Al igual que en una realización descrita anteriormente, en ciertos casos, es posible que la funcionalidad periférica móvil no pueda determinar la posición precisa del dispositivo con la confianza/precisión suficientemente alta con los datos del sensor que tiene. Para solucionar este problema, la función periférica móvil, que tiene una buena visión general del mapa y las posibles razones de la escasa confianza de la posición estimada, proporciona orientación al dispositivo móvil 551 para realizar mediciones adicionales que se configuran para mejorar la precisión de la posición estimada. Dicha guía puede ser, por ejemplo:

- Mover (una cierta distancia estimada en una dirección conocida donde, de acuerdo con la medición del radar no hay ningún objeto en el camino) y desde allí realizar una nueva medición, y enviar esos nuevos datos del sensor junto con el movimiento delta estimado a la función periférica móvil 563.
- Realizar una medición adicional en base a una configuración diferente de la señalización del radar, por ejemplo, mayor energía, mayor ancho de banda, mayor duración de la señal, frecuencias adicionales, etc.

Alternativamente y/o adicionalmente, puede ser que se sepa que el dispositivo 551, con suficiente precisión, está ubicado en un área local para la cual los datos de detección históricos que están disponibles para el servidor 113 no satisfacen al menos un criterio predeterminado. Por ejemplo, un criterio predeterminado puede ser un cierto nivel de datos sensoriales asociados con una dirección particular en esa ubicación. Al guiar el dispositivo 551 para que

realice la detección en esa dirección y para que informe de los datos de detección al servidor 113, la base de datos de detección histórica del servidor se puede complementar y, por lo tanto, mejorar para su uso futuro.

En base a esto, la última parte del flujo anterior se convierte en (como se ilustra en los cuadros punteados y las señales en la Figura 5):

- 7(alt2). La función periférica móvil 563 determina los parámetros para realizar las mediciones adicionales más adecuadas necesarias para una posición más precisa (etapa 523)
8. La función periférica móvil 563 envía los parámetros al dispositivo 551 para guiar el rendimiento de mediciones adicionales (etapa 525)
9. El dispositivo 551 realiza mediciones adicionales de acuerdo con la guía (etapa 527)
10. El dispositivo 551 envía los datos recopilados adicionalmente a la función periférica móvil 563 (etapa 529)
11. La función periférica móvil 563 determina y actualiza la posición en base a los datos adicionales (etapa 531)
12. La función periférica móvil 563 envía la posición actualizada con el nivel de confianza actualizado al dispositivo 551 (etapa 533)
13. La función periférica móvil 563 actualiza su base de datos con los datos relevantes del dispositivo, así como la posición precisa determinada (etapa 535).

Realizaciones alternativas adicionales

Base de datos centralizada versus descentralizada

Algunas partes de la base de datos se pueden descargar y almacenar en el dispositivo/UE 101 de tal manera que la correlación/huella digital tenga lugar allí en lugar de en la función periférica móvil 113, lo que podría operar a una tasa de correlación aún mayor o reducir el uso de recursos de comunicación (y liberar aún más oportunidades para las operaciones de radar). En realizaciones ventajosas, los resultados (mediciones de datos sin procesar, no la autopo-
5 sición real) se comparten con la base de datos de la función periférica móvil para que esos datos puedan estar disponibles para atender a otros UE.

10 Por lo tanto, algunas realizaciones consistentes con la invención no dependen de la función periférica móvil 113 que contiene todas las funciones descritas anteriormente. Por el contrario, los aspectos descritos anteriormente son aplicables incluso en una solución distribuida en la que partes del procesamiento y los datos son manejados por dispositivos individuales, lo que
15 les permite beneficiarse del intercambio de datos, información de mapa, cambios en los entornos y estadísticas a través de una función tal como la función periférica móvil 113. Además, el conocimiento de todas las posiciones de los dispositivos permite muchas ventajas, que en las diversas realizaciones descritas se describe como que reside en la función periférica móvil 113.

20 Un experto con conocimientos básicos en la técnica comprenderá fácilmente que la función periférica móvil 113 se puede distribuir parcialmente en términos de procesamiento real y acceso a datos, pero los dispositivos deben

compartir y colaborar de una manera que sea manejada naturalmente por la función periférica móvil 113 en la descripción establecida anteriormente. Por lo tanto, las funciones de la función periférica móvil 113 y de los dispositivos constituyen realizaciones ventajosas, pero también se contemplan otras
5 realizaciones dentro del alcance de la invención.

Ciertas estructuras o postes de radar clave

En algunas realizaciones, ciertas estructuras u objetos que tienen firmas de reflexión de radar distintas y se consideran estables en su posición se pueden identificar y tomar específicamente en consideración. En el caso general, esto
10 puede ser cualquier objeto o estructura con una característica de reflexión de radar distinta, pero en el caso específico pueden ser reflexiones específicas diseñadas para este fin.

En una clase de realizaciones, el entorno en el que se encuentra el dispositivo puede incluir unos pocos puntos de referencia dedicados (por
15 ejemplo, reflectores de radio, puntos de anclaje pasivos u objetos icónicos con características de RF distinguidas). Los objetos pueden ser reflectores de banda ancha o estructuras resonantes con diferentes propiedades a una frecuencia de resonancia particular. Se podrían polarizar para reflejar una sola polarización. Aún otras realizaciones comprenden combinaciones de las anteriores. También
20 puede haber diferentes propiedades en diferentes direcciones. Algunas estructuras podrían cambiar de conformación con las condiciones del entorno y también permitir la detección remota con radar.

Por un lado, estos puntos de referencia se pueden organizar en el entorno con un patrón de ubicación especial. Esto puede ayudar a que el algoritmo de correlación de mapas o de huellas digitales aumente su tasa de convergencia. Además, en caso de ambigüedad, la función periférica móvil 113 puede guiar al dispositivo para que haga girar su radar hacia dichos objetos conocidos con el fin de determinar o confirmar la posición o la dirección.

Explotación de dispositivos cercanos

Dado que la función periférica móvil 113 mantiene una vista actualizada de dónde se encuentran todos los dispositivos equipados con radar, el sistema puede explotar esto, en base a sus últimas solicitudes de posicionamiento conocidas y trayectorias estimadas, permitiendo que los dispositivos transmitan/reciban directamente entre sí para obtener un mayor conocimiento sobre sus posiciones relativas, así como para la operación del radar biestático con el fin de obtener una mejor visión de los objetos entre ellos. Los detalles de esto están más allá del alcance de esta descripción.

Cómo obtener una referencia alternativa del mundo de granularidad aproximada (absoluto)

Se espera que se pueda obtener una posición de referencia mundial (WRP) de granularidad aproximada por una serie de medios alternativos con costes variables en términos de necesidad de energía, calidad de la posición y necesidad de conectividad. Se puede utilizar un receptor GPS integrado si está disponible o combinarse con el posicionamiento en red para obtener una calidad

de posición aún mayor, una adquisición más rápida (el llamado GPS asistido) y similares.

En otro aspecto de algunas realizaciones, pero no necesariamente todas, los aspectos descritos anteriormente se pueden utilizar para proporcionar un punto de partida de granularidad aproximada al adivinar dónde podría residir el dispositivo dado un mapa del entorno. Dicha solución es totalmente autónoma y no dependería de tener un GPS y una línea de visión hacia un satélite.

Todavía otra realización aprovecha los puntos de datos anteriores y, en base a la antigüedad de los puntos de datos (generalmente se prefieren las mediciones más recientes) y el presunto desplazamiento de posición a lo largo del tiempo, reutiliza los datos históricos obtenidos por el mismo sistema que proporcionaría la generación más eficiente energéticamente de la referencia de granularidad aproximada.

Cabe señalar que, a medida que el sistema de posicionamiento continúa funcionando y refinando la posición real, esto también funciona para proporcionar al dispositivo un punto de referencia nuevo y preciso, que subplanta efectivamente la referencia de granularidad aproximada con una posición continua de alta calidad solo limitada por la calidad de los datos de mapa, la resolución de alcance del radar de a bordo, y similares.

Sensor de dispositivo alternativo tal como IMU, acelerómetro o brújula

Las varias realizaciones consistentes con la invención no dependen del uso de una IMU, brújula o giroscopio, aunque la función se beneficiaría de ese

sensor adicional para determinar principalmente la dirección. Conocer la orientación del dispositivo simplifica la correlación de las señales de radar en relación con un mapa y simplifica la operación guiada del radar, ya que la función periférica móvil 113 puede señalar diferentes direcciones. Sin embargo, al

5 analizar la correlación de los diferentes haces en múltiples posiciones, es posible que la función periférica móvil 113 en colaboración con el dispositivo determine su orientación sin este sensor adicional. Sin embargo, esto requiere un esfuerzo mayor.

Cabe señalar que una IMU en el sentido más general puede ser cualquier

10 cosa que sea capaz de medir la orientación y el movimiento intrínseco de un dispositivo. Normalmente, esto se hace sin la necesidad de información externa, tal como el uso de una configuración de sensor de sistema microelectromecánico (MEMS) con un giroscopio, un acelerómetro y un magnetómetro que le da a un dispositivo nueve grados de libertad (9DoF). Esto no es necesario para la función

15 de las realizaciones de la invención, pero se puede utilizar para proporcionar puntos de datos adicionales para validar las mediciones y también para ajustar la posición resultante cuando se combina con el autoposicionamiento basado en radar. Cabe señalar que las IMU típicas son propensas a desviarse con el tiempo (cuando se utilizan como una función de estima de posición) y, normalmente, se

20 deben realinear con puntos de datos más estacionarios. La autoposición basada en radar proporcionada por las realizaciones de la invención, como se describe en la presente memoria, proporciona precisamente esa función.

En ausencia de otros medios (por ejemplo, intrínsecos, tal como IMU) o procedimientos extrínsecos (con una entidad externa que proporciona el seguimiento del movimiento inercial del dispositivo y el cambio de orientación, también conocido como IMU virtual), las diversas realizaciones seguirán
5 funcionando con precisión, ya que la función de correlacionador de mapa no sólo proporciona un valor de referencia fiable (una vez que se bloquea en las características de radar correctas e identificadas), sino que también mide un desplazamiento preciso (o distancia de) las características identificadas (o con huellas dactilares).

- 10 La adición de información de la directividad del haz en la comunicación hacia la estación base desde un panel de dispositivo utilizado proporcionará una orientación relativa de este panel hacia la estación base 109 que tiene una posición conocida en la sala. Es posible que esta información ya esté disponible como parte del posicionamiento inicial basado en la red que proporciona el WRP.
- 15 A partir de esto, otros sensores podrían detectar un cambio. O bien, si el dispositivo realiza regularmente la comunicación con la estación base, también se actualizará durante el seguimiento de autopoicionamiento.

- A continuación se describirán aspectos adicionales de las realizaciones de la invención con referencia a la Figura 6, que es, en un aspecto, un diagrama
20 de flujo de acciones realizadas por un servidor ejemplar (por ejemplo, un componente de red configurado para tener funcionalidad de movilidad periférico) configurado para determinar la ubicación de un primer dispositivo móvil de

comunicaciones de acuerdo con una serie de realizaciones. En otros aspectos, también se puede considerar que los bloques representados en la Figura 6 representan medios 600 (por ejemplo, circuitos cableados o programables u otros medios de procesamiento) para llevar a cabo las acciones descritas.

5 Como se muestra a partir de la Figura 6, el proceso incluye que el servidor obtenga una primera estimación de la posición del primer dispositivo móvil de comunicaciones, en la que la primera estimación de la posición indica con un primer grado de precisión que el primer dispositivo móvil de comunicaciones está posicionado dentro de una porción de área local de un sistema de coordenadas

10 de referencia (etapa 601). A continuación, el servidor determina uno o más parámetros para la detección del área local (etapa 603) y envía a uno o varios de los primeros dispositivos móviles de comunicación y a otro dispositivo móvil de comunicaciones una solicitud de detección del área local de acuerdo con el uno o más parámetros (etapa 605). En respuesta a la solicitud de detección del

15 área local, el servidor recibe datos de detección del área local (etapa 607). El servidor utiliza los datos de detección del área local para producir una segunda estimación de la posición del primer dispositivo móvil de comunicaciones, en la que la segunda estimación de la posición indica con un segundo grado de precisión que el primer dispositivo móvil de comunicaciones está posicionado

20 dentro de la porción del área local del sistema de coordenadas de referencia, en la que el segundo grado de precisión es más preciso que el primer grado de precisión (etapa 609).

En algunas, pero no necesariamente en todas, las realizaciones consistentes con la invención, la precisión de la estimación de la posición se mejora aún más si el servidor determina parámetros aún más para guiar aún más la detección del área local por el dispositivo móvil de comunicaciones, y utiliza
5 estos datos de detección adicionales para mejorar aún más la posición estimada del primer dispositivo móvil de comunicaciones. El número de veces que se puede realizar la detección guiada seguida de un mayor refinamiento de la posición estimada depende de la implementación y puede ser, por ejemplo, un número fijo de veces, o se puede basar alternativamente en la reducción de un
10 nivel de error a un nivel aceptable (donde un umbral de aceptabilidad depende de la implementación). Todas dichas realizaciones están representadas en la Figura 6 por la acción 611.

En vista de la gama de realizaciones representadas por la Figura 6, se entenderá que el término “primera estimación de la posición” se puede entender
15 que representa generalmente una estimación más reciente obtenida y/o determinada de la posición del dispositivo móvil de comunicaciones, y que el término “segunda estimación de la posición” se puede entender que representa generalmente una estimación de la posición determinada posteriormente que tiene una precisión mayor que la de la primera estimación.

20 La discusión ahora cubrirá realizaciones ejemplares con un enfoque en aspectos ubicados en el propio dispositivo móvil.

La Figura 7 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de acciones realizadas por un dispositivo móvil de comunicaciones ejemplar configurado para realizar la detección de acuerdo con una serie de realizaciones para producir datos que se pueden analizar para estimar la posición del dispositivo móvil de comunicaciones. En otros aspectos, también se puede considerar que los bloques representados en la Figura 7 representan medios 700 (por ejemplo, circuitos cableados o programables u otros medios de procesamiento) para llevar a cabo las acciones descritas.

Como se muestra en la Figura 7, el proceso incluye que el dispositivo móvil de comunicaciones reciba, desde un nodo de red que da servicio al dispositivo móvil de comunicaciones, una solicitud de detección de un área local de acuerdo con uno o más parámetros que guían cómo y/o dónde se debe realizar la detección (etapa 701). El tipo de detección realizada es diferente en una serie de realizaciones alternativas. Por ejemplo, algunas realizaciones emplean sensores de radar como se discutió anteriormente. Pero en realizaciones alternativas se pueden utilizar otros tipos de detección, tal como la detección óptica (que incluye, entre otros, sensores de cámara y LIDAR), la detección inercial por medio de una unidad de medición inercial (IMU), la detección acústica (por ejemplo, ultrasónica), la detección a través de una combinación de diferentes paneles de antena de un dispositivo (por ejemplo, móvil) y la detección por medio de un Radar de Apertura Sintética (SAR). Las

realizaciones que emplean SAR se describen con mayor detalle más adelante en esta descripción.

En respuesta a la solicitud de detección del área local, el dispositivo móvil de comunicaciones produce datos de detección al realizar la detección de acuerdo con el uno o más parámetros (etapa 703). Como se discutió anteriormente, esto puede implicar que el dispositivo móvil de comunicaciones realice la detección en una dirección particular y/o se mueva a una ubicación particular desde la que se realiza la detección.

Después de producir los datos de detección (ya sean datos de detección sin procesar o, en realizaciones alternativas, datos de detección que son el resultado del procesamiento de datos de detección sin procesar por el dispositivo móvil de comunicaciones), el dispositivo móvil de comunicaciones los comunica al nodo de red (etapa 705).

En respuesta a la comunicación de los datos de detección al nodo de red, el dispositivo móvil de comunicaciones recibe su posición (etapa 707). La posición puede, por ejemplo, ser producida por un nodo de red como se ha descrito anteriormente.

Como se mencionó anteriormente, el dispositivo móvil de comunicaciones puede emplear varios tipos diferentes de detección. La detección SAR es un tipo que se puede utilizar ventajosamente en realizaciones de la invención. La detección SAR implica la realización de mediciones de radar desde múltiples posiciones de antena de radar en relación con un objetivo. Se emplean técnicas

de procesamiento conocidas para combinar los datos de muestreo de radar registrados para formar una imagen de radar SAR con una resolución espacial más alta que la que es posible con un radar de disparo único. Cuando SAR se utiliza en realizaciones consistentes con la invención, se logra un beneficio particular al utilizar señales de radar de ondas mm porque la longitud de onda corta y el ancho de banda amplio disponible conducen a una alta resolución que, cuando se combina con la capacidad de las señales de ondas mm para penetrar materiales mejor que las señales de frecuencia más alta, conduce a la producción de imágenes de alta resolución que tienen una mayor relación señal/ruido. Esto permite la detección de características que normalmente están ocultas a otras técnicas de detección (por ejemplo, tela “transparente” o paredes “transparentes”).

Las técnicas para incorporar un radar de ondas mm en un dispositivo móvil de comunicaciones son conocidas en la técnica, tales como las realizaciones mostradas en la Solicitud Internacional de Patente “Implementación de radar en un dispositivo de comunicación”, PCT/EP2020/069491. Por ejemplo, se ha demostrado que es posible ampliar la capacidad del módem UE para incluir funciones SAR de ondas milimétricas. El coste adicional de la funcionalidad de radar además del de un módem 5G ordinario es mínimo. Esto significa que el módem se puede utilizar para las funciones esenciales del sistema de posicionamiento, que incluyen, por ejemplo:

- Comunicación con la estación base y las funciones del servidor periférico móvil
- Detección por radar a frecuencias de ondas mm, diferentes direcciones de haz y con diferentes tipos y duraciones de señalización

5 Aunque se ha mencionado un módem 5G, esto es solo a modo de ejemplo y no es un aspecto esencial de las realizaciones de la invención. Aquellos expertos con conocimientos básicos en la técnica apreciarán que otros estándares de comunicación o generaciones del estándar 3GPP se pueden utilizar alternativamente en realizaciones consistentes con la invención.

10 El uso del módem del dispositivo para la funcionalidad de radar no es un aspecto esencial de las realizaciones de la invención. En realizaciones alternativas, la funcionalidad de radar se puede proporcionar por un módulo separado que se comunica a través del módem 5G para acceder a los aspectos basados en la red de acuerdo con realizaciones consistentes con la invención.

15 Sin embargo, tener un módulo de radar separado agrega coste y complejidad.

 En otro aspecto, un dispositivo móvil en algunas, pero no necesariamente en todas las realizaciones, está equipado con una IMU o acelerómetro, giroscopio, brújula u otro(s) sensor(es) para extraer/estimar la trayectoria de escaneo SAR. Estos sensores también se pueden utilizar para comprender la
20 orientación del dispositivo y los movimientos relativos para soportar aún más el esquema de posicionamiento (por ejemplo, como puede ser necesario para realizar el escaneo guiado por red como se discutió anteriormente).

En resumen, entonces, las capacidades de detección por radar en un dispositivo móvil se pueden lograr con un cambio mínimo de hardware en su circuito de comunicación por radio. Por ejemplo, en un teléfono celular 5G, la funcionalidad de radar de ondas milimétricas se puede implementar al utilizar el

5 transceptor de formación de haces de RF. Al realizar mediciones de radar de ondas mm desde diferentes posiciones en relación con un objeto oculto (por ejemplo, dentro de una pared), las técnicas de procesamiento SAR pueden combinar los datos registrados de las múltiples posiciones de la antena de radar para formar una imagen de radar SAR del objeto oculto con alta resolución. Se

10 pueden utilizar otros sensores, por ejemplo, una IMU, para estimar/extraer posiciones de muestreo de radar y compensar el movimiento variable de la trayectoria de escaneo SAR. La tecnología de radar SAR se puede aprovechar para ayudar al dispositivo móvil a ubicarse en un mapa o en relación con los datos de radar registrados a través de procedimientos de huellas dactilares.

15 Un dispositivo móvil equipado con un radar de ondas mm se mueve en una escena y realiza un escaneo SAR en los objetos circundantes (por ejemplo, paredes, pisos y techos). Al mirar a través de una pared (y/o piso, techo, etc.) con alta resolución, el dispositivo puede detectar las estructuras detalladas dentro de la pared. Las estructuras detectadas se pueden utilizar como una

20 huella digital que se correlaciona con la información del mapa en la que se almacenan las características de la pared. A partir de los resultados de la correlación, se puede estimar la posición del dispositivo en el mapa.

La precisión alcanzable con un procedimiento asistido por SAR es mucho mejor que lo que pueden lograr las soluciones tradicionales de posicionamiento basadas en radar. Las aplicaciones incluyen carros autónomos que circulan por una fábrica o drones en un entorno interior, pero hay un gran número de otras
5 aplicaciones potenciales para esta técnica.

Como se mencionó anteriormente, un dispositivo móvil que realiza autoposicionamiento se puede encontrar en ciertas áreas en las que la detección por radar convencional del dispositivo no puede capturar suficientes objetos reconocibles para ubicarse. Dicha área podría ser, por ejemplo, un pasillo largo
10 con paredes planas o áreas en las que los objetos estáticos reconocibles podrían quedar bloqueados por personas u objetos en movimiento que cambien dinámicamente el entorno del radar. Si el dispositivo está equipado con una IMU, esto puede ayudar hasta cierto punto a hacer una predicción (por ejemplo, dentro de un pasillo), pero los errores de IMU acumulados podrían aumentar y, por lo
15 tanto, reducir la precisión general.

Para invocar la autolocalización asistida por SAR, se debe tomar una decisión sobre si el dispositivo ha entrado en dicha área, y esto se puede basar en uno o en una combinación de:

- Una estimación actualmente conocida de la posición y el vector móvil del
20 dispositivo
- Conocimiento de la nube periférica de la operación de autoposicionamiento anterior del dispositivo u otros dispositivos

- Conocimiento de las estructuras de los edificios que se pueden incluir en un mapa almacenado en la nube periférica
- Conocimiento sobre áreas densamente pobladas con objetos en movimiento (como personas en la entrada de un centro comercial en hora pico) que bloquean la vista del radar hacia objetos reconocibles

5

La capacidad de autoposicionamiento del radar de un dispositivo en esas áreas se podría mejorar al agregar reflectores/ancclajes de radar con algunas características detectables. Sin embargo, debido a varias razones (por ejemplo, razones estéticas) podría no ser una alternativa deseable y/o factible.

10

Con la técnica SAR de onda mm descrita en la presente memoria, es posible que un dispositivo detecte estructuras con alta resolución dentro de un material de construcción. Considere, por ejemplo, una pared. Una pared generalmente consiste en un material de carga equidistante invisible de madera maciza o metal cubierto por placas de yeso externas. Otros objetos que se pueden ubicar dentro de una pared incluyen cables u otros ítems eléctricos o tuberías de agua. Estas características pueden ser detectadas por SAR y explotadas por el dispositivo para localizarse a sí mismo.

15

Un sistema ejemplar que utiliza la tecnología SAR de ondas mm para el autoposicionamiento comprende:

20

- Dispositivos móviles (por ejemplo, teléfonos inteligentes, ordenadores tipo tableta, auriculares XR/VR) con un Módulo de radar de ondas mm o un módem (o UE, Equipo de Usuario), que se amplía con la funcionalidad de

Radar de ondas mm. Los dispositivos también pueden equiparse con sensores IMU para estimar/extraer posiciones de muestreo de radar.

- Un sistema de comunicación celular en el que los UE se comunican con una estación base.
- 5 - Un servidor periférico en la nube. Puede ser una entidad de red ubicada por separado o, alternativamente, puede ser un servidor que resida en la estación base para proporcionar servicios que son locales en esa área y con latencias más bajas que ir a través de la parte superior de un centro de datos más allá del perímetro del operador de telecomunicaciones.
- 10 - Con un dispositivo móvil que realiza mediciones de radar de ondas mm desde diferentes posiciones en relación con un objeto oculto (por ejemplo, dentro de una pared, por encima de un techo), el dispositivo móvil emplea técnicas de procesamiento SAR en algunas realizaciones para combinar los datos registrados de las múltiples posiciones de la antena de radar para formar una imagen de radar SAR del objeto oculto con alta resolución. Se pueden utilizar otros sensores (por ejemplo, IMU) para estimar/extraer posiciones de muestreo de radar y compensar el movimiento variable de la trayectoria de escaneo SAR.
- 15
- En realizaciones alternativas, el módem de comunicación en el dispositivo móvil se utiliza para transferir los datos de radar a una red, que luego procesa los datos de radar para reconstruir imágenes SAR y correlacionar las imágenes SAR con un conjunto de datos que se puede extraer de la
- 20

- estructura del edificio o de mediciones previas por el propio dispositivo u otros dispositivos. El procesamiento (que puede ser computacionalmente costoso) de los datos de radar y la correlación con un conjunto de características de mapa conocidas se puede realizar utilizando un servidor
- 5 en la nube, una función periférica móvil o incluso en el propio dispositivo (aunque a costa del uso de energía adicional que puede agotar la batería). El procesamiento en el propio dispositivo supone que se ha descargado en el dispositivo una posición de referencia mundial (WRP) y datos de mapa.
- 10 - En un caso de uso, cuando se mueve a lo largo de uno o más pasillos/paredes, un dispositivo móvil equipado con un radar de ondas mm realiza un escaneo SAR en la(s) pared(es). Al mirar a través de la pared con alta resolución, el dispositivo puede detectar las estructuras detalladas dentro de la pared (como se muestra en las imágenes de radar
- 15 SAR). La(s) estructura(s) detectada(s) (o las características extraídas de las imágenes del radar SAR) luego se pueden utilizar como huella dactilar y correlacionarse con un mapa en el que se almacena la característica conocida de la pared. A partir del resultado de la correlación, el dispositivo puede estimar su autoposición en el mapa. El procedimiento se puede
- 20 extender aún más al escaneo SAR de piso (o techo).

Para ilustrar algunos aspectos adicionales de algunas, pero no necesariamente todas las realizaciones alternativas consistentes con la

invención, la descripción hará ahora referencia al diagrama de señalización
ejemplar ilustrado en la Figura 8. Las características representadas con líneas
punteadas y cuadros representan aspectos que son opcionales para esta
realización ejemplar. En este ejemplo, un dispositivo móvil 801 y un servidor
5 periférico móvil 803 se pueden comunicar directamente entre sí. Aunque el
dispositivo móvil es atendido, por ejemplo, por una estación base 805, la estación
base no participa en las acciones de autoposicionamiento asistidas por SAR de
ondas mm. Sin embargo, en algunas realizaciones alternativas, el dispositivo
móvil 801 puede necesitar comunicarse con el servidor periférico móvil 803 a
10 través de la estación base 805 como intermediario. Aquellos expertos con
conocimientos básicos en la técnica entenderán fácilmente cómo adaptar las
enseñanzas presentadas en la presente memoria para su uso en dichas
realizaciones.

7. La función periférica móvil 803 determina un Marco-WRP que
15 corresponde a una estimación actual de la posición del dispositivo móvil
(WRP) (etapa 807) que se determinó por otros medios (por ejemplo, al
utilizar cualquiera de los procedimientos descritos anteriormente). La
WRP se puede determinar mediante el dispositivo móvil 801 (véase, por
ejemplo, la Figura 3A y el texto que lo acompaña) o mediante la estación
20 base 805 (véase, por ejemplo, la Figura 5 y el texto que la acompaña).

8. La función periférica móvil 803 decide (por ejemplo, sobre la base de uno
o más de los factores descritos anteriormente) que el autoposicionamiento

asistido por la red mejoraría la estimación actual de la posición y, de acuerdo con lo anterior, determina los parámetros para guiar la operación del radar en base al área, los objetos pertinentes del entorno, su uso permitido del radar en determinadas bandas de frecuencias, y similares (etapa 809). En algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, la guía también se puede basar en sí y qué tipo de capacidad de radar tiene el dispositivo 801 (por ejemplo, si tiene capacidad SAR de ondas mm). La información de capacidad del dispositivo se puede suministrar a la función periférica móvil 803 de varias maneras, que incluyen, pero no se limitan a, recibirla del dispositivo 801. Al realizar la detección de acuerdo con la guía de la función periférica móvil, el dispositivo 801 puede realizar su operación de radar de una manera optimizada que tenga en cuenta el conocimiento holístico de la función periférica móvil del mapa en esa área, otros dispositivos móviles y la dinámica conocida en el entorno, y las mediciones históricas previas de otros dispositivos en esa área. A continuación, la función periférica móvil 803 envía los parámetros de guiado de detección y Marco-WRP al dispositivo móvil 801 (etapa 811).

9. A continuación, el dispositivo 801 comienza su procedimiento de autoposicionamiento (etapa 813) y realiza la detección de acuerdo con los parámetros recibidos (etapa 815). Por ejemplo, si se ha solicitado la detección por radar convencional o la detección SAR de ondas mm, el dispositivo 801 emite secuencias de radar y recibe la respuesta. Las

configuraciones del radar se basan en el conocimiento del dispositivo de las características indicadas en el mapa y en la guía recibida del servidor periférico móvil 803.

- 5 10. El dispositivo 801 envía los datos de detección resultantes al servidor periférico móvil 803 (etapa 819). Por ejemplo, los datos resultantes pueden ser datos de radar sin procesar. Alternativamente, si se ha realizado la detección de SAR de ondas mm, los datos sin procesar se deben procesar para reconstruir las imágenes SAR.
- 10 11. (Opcional) En algunas realizaciones en las que se ha realizado la detección de SAR de ondas mm, el dispositivo móvil 801 reconstruye las imágenes SAR (etapa 817), y estos son los datos resultantes.
- 15 12. (Opcional) En algunas realizaciones en las que se ha realizado la detección de SAR de ondas mm, el dispositivo móvil utiliza en su lugar los datos de radar sin procesar como datos resultantes, y el servidor periférico móvil 803 reconstruye las imágenes de SAR a partir de los datos de radar sin procesar recibidos (etapa 821).
- 20 13. El servidor periférico móvil 803 correlaciona los datos de detección recibidos con conjuntos de referencia de reflexiones obtenidas previamente de posiciones conocidas que se almacenan en su base de datos (etapa 823).
14. En base los resultados de la correlación, el servidor periférico móvil 803 determina una estimación suficientemente precisa de la posición del

dispositivo móvil (etapa 825) y la envía al dispositivo móvil 801 (etapa 827). (Lo que constituye una precisión “suficiente” depende de la implementación y, por lo tanto, está fuera del alcance de esta divulgación).

El servidor periférico móvil 803 puede, en algunas realizaciones, también

5 comunicar un nivel de confianza con respecto a la precisión de la posición.

En algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, el servidor periférico móvil 803 también proporciona una guía adicional para realizar mediciones adicionales del sensor en caso de que el nivel de confianza no satisfaga un umbral de confianza predeterminado.

10 15. (Opcional) El dispositivo móvil 801 puede (por ejemplo, en base al nivel de confianza) realizar una detección adicional (por ejemplo, escaneo SAR de ondas mm adicional) si es necesario (por ejemplo, si el nivel de confianza comunicado no satisface un nivel de umbral predeterminado (etapa 829).

15 16. (Opcional) Si se ha realizado una detección adicional, el dispositivo móvil 801 comunica los datos de detección adicionales al servidor periférico móvil (etapa 831).

20 17. (Opcional) Si se recibieron datos de detección adicionales, el servidor periférico móvil 803 los utiliza para determinar una posición precisa actualizada del dispositivo móvil 801 (etapa 833). Dependiendo de por qué se obtuvieron los datos de detección adicionales, la posición precisa

actualizada en esta etapa también se puede enviar al dispositivo móvil (no mostrado).

18. (Opcional) En cualquiera de las opciones indicadas anteriormente, el servidor periférico móvil 803, después de haber determinado una estimación precisa de la posición del dispositivo móvil basada en nuevos datos de detección, puede actualizar su base de datos con los datos relevantes del dispositivo 801, así como la posición precisa determinada (etapa 835). De acuerdo con lo anterior, la actualización de la base de datos permitirá la producción de estimaciones de posicionamiento más precisas para este dispositivo móvil 801, así como para otros en solicitudes de posicionamiento posteriores.

- Otro aspecto de algunas realizaciones en las que se realiza la detección de SAR de ondas mm para la autolocalización se refiere a la base de datos SAR de reflexiones conocidas con las que se correlacionan los datos detectados.
- 15 Existe una serie de opciones para crear una base de datos de huellas dactilares SAR. Una de ellas es caracterizar previamente la superficie que se va a detectar (por ejemplo, pared, suelo, techo, etc.) durante un procedimiento inicial de calibración del sistema. Este proceso incluye la realización de un escaneo SAR en partes seleccionadas de la superficie, la extracción de sus características detectables (es decir, huellas dactilares) y el almacenamiento de las huellas dactilares y las posiciones correspondientes en un mapa.

Otra opción es incrustar deliberadamente nodos de anclaje SAR con características SAR conocidas dentro de una posición conocida dentro de una superficie (por ejemplo, pared, suelo, techo, etc.). Los momentos convenientes para hacer esto incluyen tiempos de renovación o construcción inicial de edificios, pero, por supuesto, la temporización no es un aspecto esencial de las realizaciones de la invención. Debido a las propiedades de penetración superficial de las ondas mm, estos puntos de anclaje incorporados con conformaciones específicas (por ejemplo, estructuras físicas) o reflectividad de RF (por ejemplo, un patrón pintado con pintura sensible a RF) se pueden ocultar a la percepción humana por razones estéticas sin dejar de ser visibles/detectables para la detección por radar de ondas milimétricas. Se pueden seleccionar conformaciones específicas y/o patrones de distribución de estos puntos de anclaje para una superficie determinada (por ejemplo, pared), que se pueden utilizar como huella digital de la superficie. Esas estructuras serían totalmente pasivas. Las conformaciones y/o diagramas de distribución se pueden configurar sobre la base del hecho de que las estructuras de radar se reconocen como superficies con planos normales incidentales en relación con el punto de mira de la antena. La disposición de los bordes de estas superficies se suma significativamente a las características de las señales reflejadas. Ejemplos de dichas estructuras incluyen reflectores de radar de pequeño tamaño adecuados para ondas milimétricas y/o patrones de pintura reflectante de radar

de ondas milimétricas. A continuación, las huellas dactilares SAR y sus posiciones correspondientes se almacenan en un mapa.

Las varias opciones se pueden combinar en el sentido de que la primera opción (es decir, la detección previa de un área) se puede utilizar para ajustar
5 las posiciones de los puntos de anclaje incorporados de la segunda opción.

En todas estas alternativas, el mapa con huellas dactilares SAR se puede almacenar en una base de datos que se mantiene por un servidor periférico móvil, que lo utiliza como mapa de referencia con el que se correlacionan los datos detectados.

10 Alternativamente, se puede instruir a un dispositivo habilitado para SAR que tiene una estimación precisa de la posición para escanear objetos y proporcionar datos a una base de datos central para su uso futuro. Esto puede ser útil para detectar nuevos objetos identificados a partir de la transmisión de radar regular (es decir, no SAR) y, por lo tanto, no presentes antes, o puede estar
15 dentro de áreas no cubiertas por los procedimientos anteriores.

El servidor periférico móvil 803 para realizaciones que involucran detección SAR de ondas mm comparte aspectos descritos anteriormente en relación con otras realizaciones. Contiene el mapa de los entornos, así como la base de datos de huellas dactilares SAR (con sus correspondientes
20 ubicaciones). También puede ejecutar los algoritmos de correlación entre la huella dactilar almacenada y las características de la imagen SAR medidas para estimar cuál es la posición más probable del dispositivo 801 dentro de un área

geográfica limitada. A continuación, el resultado de la estimación se puede enviar de vuelta al dispositivo 801. Más aún, la funcionalidad de posicionamiento puede servir a todos los dispositivos en la cobertura de la estación base 805. El servidor periférico móvil 803 puede agregar aún más los datos de varios dispositivos, que
5 se pueden utilizar para actualizar el mapa y/o la base de datos de huellas dactilares.

Y como se mencionó anteriormente, el servidor periférico móvil 803 proporciona una guía inicial para las direcciones hacia los objetos SAR adecuados en las proximidades del dispositivo 801 (por ejemplo, en base a una
10 estimación de posición inicial) como candidatos para la correlación de posicionamiento.

Además, en realizaciones alternativas, la funcionalidad del servidor periférico móvil 803 se puede incorporar como extensiones de las funcionalidades de la estación base 805 en lugar de ser una entidad separada
15 (o al menos ubicada por separado). Por lo tanto, no es esencial para las realizaciones de la invención que esta función resida en el servidor periférico móvil 803. Sin embargo, existe una ventaja natural en la colocación de la funcionalidad del servidor periférico móvil con la de la estación base 805, dada su estrecha conexión con la estación base 805, el hecho de que cubre
20 naturalmente una cierta área geográfica limitada, tiene latencias más cortas que un centro de datos a través de la parte superior remoto, y tiene un almacenamiento

más grande y más rendimiento computacional que el de la UE o los dispositivos móviles 801.

Otro aspecto de algunas, pero no necesariamente todas, las realizaciones implican cuándo habilitar la detección en modo SAR y cuándo deshabilitarla (por ejemplo, para realizar un tipo alternativo de detección). Debido a que la reconstrucción de imágenes SAR exige más recursos computacionales que la operación normal del radar, la operación SAR agrega complejidad de procesamiento y puede requerir una transferencia de datos adicional. La operación SAR se puede activar siempre que determinadas realizaciones/aplicaciones lo consideren necesario, de modo que el modo SAR de funcionamiento por radar del dispositivo pueda ser un complemento de su funcionamiento normal por radar. Por supuesto, “cuando sea necesario” depende de la implementación, lo que hace que una discusión completa vaya más allá del alcance de esta divulgación.

En una realización ejemplar, un dispositivo habilita de forma autónoma su modo de radar SAR de ondas mm cuando entra en un área que carece de un número suficiente de objetos capaces de proporcionar firmas únicas para el radar ordinario y el error de su algoritmo de autopoición (o posición IMU) asistido por radar regular está por encima de un umbral.

En una realización ejemplar alternativa, el modo de detección SAR de onda milimétrica de un dispositivo está habilitado por una nube o nube periférica que rastrea el dispositivo. La nube puede guiar la operación del SAR en base a

la posición inicial del dispositivo (y potencialmente de la IMU, si es compatible) y del conocimiento a priori de las posiciones de los objetos de referencia SAR en áreas donde el autoposicionamiento asistido por radar regular tiene baja precisión (o no puede cumplir con los requisitos de la aplicación con la precisión
5 de posicionamiento requerida a un cierto nivel de confianza) o en áreas donde hay estructuras reconocibles significativas que SAR podría aprovechar.

En otra realización ejemplar alternativa, cuando hay múltiples dispositivos disponibles en una escena, la funcionalidad de autoposicionamiento SAR de ondas mm puede estar habilitada en uno (o algunos) de estos dispositivos,
10 mientras que el resto de los dispositivos realizan solo funciones de autoposicionamiento de radar no SAR. Al posicionarse con mayor precisión y compartir su posición con otros dispositivos, un dispositivo habilitado para SAR puede ser utilizado como punto de referencia por un dispositivo de radar normal para que se pueda mejorar la precisión de posicionamiento del dispositivo de
15 radar normal. Más aún, cuáles y cuántos de los dispositivos se habilitarán con el autoposicionamiento SAR de ondas mm se puede adaptar a los requisitos de precisión de posicionamiento.

En otro aspecto de algunas, pero no necesariamente todas, las realizaciones consistentes con la invención, partes de la base de datos se
20 pueden descargar y almacenar en un dispositivo de modo que la correlación/huella digital tenga lugar allí en lugar de en la Nube Periférica. (Véase, por ejemplo, la etapa 837 en la Figura 8). En realizaciones preferidas,

los resultados se siguen comunicando a la base de datos de la nube periférica para que la base de datos se pueda actualizar de acuerdo con lo anterior y, posteriormente, servir a otros dispositivos cuando realicen el autoposicionamiento. Un caso de uso relevante para esta realización involucra

5 un dispositivo con movilidad limitada, de modo que solo se mueve dentro de un área pequeña donde hay poca o ninguna dinámica en su entorno. En dichos casos, podría ser más beneficioso tener partes relevantes de la base de datos almacenadas localmente dentro del dispositivo (siempre que el procesamiento y la energía lo permitan). Por el contrario, un dispositivo altamente móvil con

10 capacidad de procesamiento limitada que opera en entornos con grandes dinámicas podría preferir el enfoque de nube periférica.

Para ilustrar aún más los aspectos de algunas, pero no necesariamente todas las realizaciones consistentes con la invención, la Figura 9 muestra detalles de un nodo de red QQ160 de acuerdo con una o más realizaciones. En

15 la Figura 9, el nodo de red QQ160 incluye el circuito de procesamiento QQ170, el medio legible por dispositivo QQ180, la interfaz QQ190, el equipo auxiliar QQ184, la fuente de energía QQ186, el circuito de energía QQ187 y la antena QQ162. Aunque el nodo de red QQ160 ilustrado en el ejemplo de red inalámbrica de la Figura 9 puede representar un dispositivo que incluye la combinación

20 ilustrada de componentes de hardware, otras realizaciones pueden comprender nodos de red con diferentes combinaciones de componentes. Se debe entender que un nodo de red comprende cualquier combinación adecuada de hardware

y/o software necesario para realizar las tareas, características, funciones y procedimientos divulgados en la presente memoria. Más aún, mientras que los componentes del nodo de red QQ160 se representan como cajas individuales ubicadas dentro de una caja más grande, o anidadas dentro de varias cajas, en la práctica, un nodo de red puede comprender múltiples componentes físicos diferentes que conforman un solo componente ilustrado (por ejemplo, el medio legible por dispositivo QQ180 puede comprender varios discos duros separados, así como múltiples módulos de RAM).

De manera similar, el nodo de red QQ160 puede estar compuesto por múltiples componentes físicamente separados (por ejemplo, un componente de nodo B y un componente de controlador de red de radio (RNC), o un componente de estación transceptora base (BTS) y un componente de controlador de estación base (BSC), etc.), cada uno de los cuales puede tener sus propios componentes respectivos. En ciertos escenarios en los que el nodo de red QQ160 comprende múltiples componentes separados (por ejemplo, componentes BTS y BSC), uno o más de los componentes separados se pueden compartir entre diversos nodos de red. Por ejemplo, un solo RNC puede controlar múltiples Nodos B. En tal escenario, cada par único de Nodo B y RNC puede, en algunos casos, considerarse un único nodo de red separado. En algunas realizaciones, el nodo de red QQ160 se puede configurar para soportar múltiples tecnologías de acceso de radio (RAT). En dichas realizaciones, algunos componentes se pueden duplicar (por ejemplo, un medio QQ180 legible por

dispositivo separado para las diferentes RAT) y algunos componentes se pueden reutilizar (por ejemplo, la misma antena QQ162 se puede compartir por las RAT). El nodo de red QQ160 también puede incluir múltiples conjuntos de los diversos componentes ilustrados para diferentes tecnologías inalámbricas integradas en el nodo de red QQ160, tal como, por ejemplo, las tecnologías inalámbricas GSM, WCDMA, LTE, NR, WiFi o Bluetooth. Estas tecnologías inalámbricas se pueden integrar en el mismo chip o conjunto de chips o en diferentes y otros componentes dentro del nodo de red QQ160.

El circuito de procesamiento QQ170 se configura para realizar cualquier operación de determinación, cálculo o similar (por ejemplo, ciertas operaciones de obtención) descritas en la presente memoria como proporcionadas por un nodo de red. Estas operaciones realizadas mediante el procesamiento de circuitos QQ170 pueden incluir el procesamiento de la información obtenida mediante el procesamiento de los circuitos QQ170, por ejemplo, al convertir la información obtenida en otra información, comparar la información obtenida o la información convertida con la información almacenada en el nodo de la red, y/o realizar una o más operaciones en base a la información obtenida o la información convertida, y como resultado de dicho procesamiento tomar una determinación.

El circuito de procesamiento QQ170 puede comprender una combinación de uno o más de un microprocesador, controlador, microcontrolador, unidad central de procesamiento, procesador de señal digital, circuito integrado

específico de la aplicación, matriz de puertas programables en campo o cualquier otro dispositivo informático adecuado, recurso o combinación de hardware, software y/o lógica codificada operable para proporcionar, ya sea solo o junto con otros componentes del nodo de red QQ160, como el medio legible por dispositivo QQ180, la funcionalidad del nodo de red QQ160. Por ejemplo, el circuito de procesamiento QQ170 puede ejecutar instrucciones QQ181 almacenadas en el medio legible por dispositivo QQ180 o en la memoria dentro del circuito de procesamiento QQ170. Dicha funcionalidad puede incluir proporcionar cualquiera de las varias características, funciones o beneficios inalámbricos que se describen en la presente memoria. En algunas realizaciones, el circuito de procesamiento QQ170 puede incluir un sistema en un chip (SOC).

En algunas realizaciones, el circuito de procesamiento QQ170 puede incluir uno o más de los circuitos del transceptor de radiofrecuencia (RF) QQ172 y los circuitos de procesamiento de banda base QQ174. En algunas realizaciones, el circuito del transceptor de radiofrecuencia (RF) QQ172 y el circuito de procesamiento de banda base QQ174 pueden estar en chips (o conjuntos de chips), placas o unidades separadas, tales como unidades de radio y unidades digitales. En realizaciones alternativas, parte o la totalidad del circuito del transceptor de RF QQ172 y el circuito de procesamiento de banda base QQ174 pueden estar en el mismo chip o conjunto de chips, placas o unidades.

En ciertas realizaciones, parte o la totalidad de la funcionalidad descrita en la presente memoria como proporcionada por un nodo de red, estación base, eNB u otro dispositivo de red similar se puede realizar mediante el procesamiento del circuito QQ170 ejecutando instrucciones almacenadas en el medio legible por el dispositivo QQ180 o en la memoria dentro del circuito de procesamiento QQ170. En realizaciones alternativas, parte o la totalidad de la funcionalidad se puede proporcionar por el procesamiento de circuitos QQ170 sin ejecutar instrucciones almacenadas en un medio legible por dispositivo separado o discreto, tal como por ejemplo de una manera cableada. En cualquiera de esas realizaciones, ya sea que se ejecuten instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento legible por dispositivo o no, el circuito de procesamiento QQ170 se puede configurar para realizar la funcionalidad descrita. Los beneficios proporcionados por dicha funcionalidad no se limitan al procesamiento de circuitos QQ170 por sí solos o a otros componentes del nodo de red QQ160, sino que son disfrutados por el nodo de red QQ160 en su conjunto, y/o por los usuarios finales y la red inalámbrica en general.

El medio legible por dispositivo QQ180 puede comprender cualquier forma de memoria volátil o no volátil legible por ordenador, que incluyen, sin limitación, almacenamiento persistente, memoria de estado sólido, memoria montada remotamente, medios magnéticos, medios ópticos, memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), medios de almacenamiento masivo (por ejemplo, un disco duro), medios de almacenamiento extraíbles (por ejemplo, una

unidad flash, un Disco Compacto (CD) o un Disco de Vídeo Digital (DVD)), y/o cualquier otro dispositivo volátil o no volátil, no transitorio, legible por dispositivo y/o dispositivo ejecutable por ordenador que almacene información, datos y/o instrucciones que se puedan utilizar por el circuito de procesamiento QQ170. El

5 medio legible por dispositivo QQ180 puede almacenar instrucciones, datos o información adecuados, que incluyen un programa informático, software, una aplicación que incluya una o más de lógica, reglas, código, tablas, etc. y/u otras instrucciones capaces de ser ejecutadas por el circuito de procesamiento QQ170 y, utilizadas por el nodo de red QQ160. El medio legible por dispositivo QQ180

10 se puede utilizar para almacenar cualquier cálculo realizado mediante el procesamiento del circuito QQ170 y/o cualquier dato recibido a través de la interfaz QQ190. En algunas realizaciones, el circuito de procesamiento QQ170 y el medio legible por dispositivo QQ180 se pueden considerar integrados.

La interfaz QQ190 se utiliza en la comunicación por cable o inalámbrica

15 de señalización y/o datos entre el nodo de red QQ160, la red QQ106 y/o los WD QQ110. Como se ilustra, la interfaz QQ190 comprende puerto(s)/terminal(es) QQ194 para enviar y recibir datos, por ejemplo, hacia y desde la red QQ106 a través de una conexión cableada. La interfaz QQ190 también incluye el circuito frontal de radio QQ192 que se puede acoplar a, o en ciertas realizaciones una

20 parte de, la antena QQ162. El circuito frontal de radio QQ192 comprende filtros QQ198 y amplificadores QQ196. El circuito frontal de radio QQ192 se puede conectar a la antena QQ162 y al circuito de procesamiento QQ170. Los circuitos

frontales de radio se pueden configurar para acondicionar las señales comunicadas entre la antena QQ162 y el circuito de procesamiento QQ170. El circuito frontal de radio QQ192 puede recibir datos digitales que se enviarán a otros nodos de red o dispositivos inalámbricos a través de una conexión inalámbrica. El circuito frontal de radio QQ192 puede convertir los datos digitales en una señal de radio que tiene los parámetros apropiados de canal y ancho de banda utilizando una combinación de filtros QQ198 y/o amplificadores QQ196. La señal de radio luego se puede transmitir a través de la antena QQ162. De manera similar, al recibir datos, la antena QQ162 puede recolectar señales de radio que luego se convierten en datos digitales mediante el circuito frontal de radio QQ192. Los datos digitales pueden pasarse al circuito de procesamiento QQ170. En otras realizaciones, la interfaz puede comprender diferentes componentes y/o diferentes combinaciones de componentes.

En ciertas realizaciones alternativas, el nodo de red QQ160 puede no incluir circuitos frontales de radio QQ192 separados, en su lugar, el circuito de procesamiento QQ170 puede comprender circuitos de extremo frontal de radio y se puede conectar a la antena QQ162 sin circuitos frontales de radio QQ192 separados. De manera similar, en algunas realizaciones, todos o algunos de los circuitos del transceptor de RF QQ172 se pueden considerar parte de la interfaz QQ190. En aún otras realizaciones, la interfaz QQ190 puede incluir uno o más puertos o terminales QQ194, circuitos frontales de radio QQ192 y circuitos transceptores de RF QQ172, como parte de una unidad de radio (no mostrada),

y la interfaz QQ190 se puede comunicar con el circuito de procesamiento de banda base QQ174, que es parte de una unidad digital (no mostrada).

La antena QQ162 puede incluir una o más antenas, o matrices de antenas, configuradas para enviar y/o recibir señales inalámbricas. La antena
5 QQ162 se puede acoplar a los circuitos frontales de radio QQ190 y puede ser cualquier tipo de antena capaz de transmitir y recibir datos y/o señales de forma inalámbrica. En algunas realizaciones, la antena QQ162 puede comprender una o más antenas omnidireccionales, sectoriales o de panel operables para transmitir/recibir señales de radio entre, por ejemplo, 2 GHz y 66 GHz. Se puede
10 utilizar una antena omnidireccional para transmitir/recibir señales de radio en cualquier dirección, una antena sectorial se puede utilizar para transmitir/recibir señales de radio de dispositivos dentro de un área determinada, y una antena de panel puede ser una antena de línea de visión utilizada para transmitir/recibir señales de radio en una línea relativamente recta. En algunos casos, el uso de
15 más de una antena se puede denominar MIMO. En ciertas realizaciones, la antena QQ162 puede estar separada del nodo de red QQ160 y se puede conectar al nodo de red QQ160 a través de una interfaz o puerto.

La antena QQ162, la interfaz QQ190 y/o el circuito de procesamiento QQ170 se pueden configurar para realizar cualquier operación de recepción y/o
20 ciertas operaciones de obtención descritas en la presente memoria como realizadas por un nodo de red. Cualquier información, datos y/o señales se pueden recibir desde un dispositivo inalámbrico, otro nodo de red y/o cualquier

otro equipo de red. Del mismo modo, la antena QQ162, la interfaz QQ190 y/o el circuito de procesamiento QQ170 se pueden configurar para realizar cualquier operación de transmisión descrita en la presente memoria como realizada por un nodo de red. Cualquier información, datos y/o señales se pueden transmitir a un dispositivo inalámbrico, a otro nodo de red y/o a cualquier otro equipo de red.

El circuito de energía QQ187 puede comprender o acoplarse a circuitos de administración de energía y se configura para suministrar energía a los componentes del nodo de red QQ160 para realizar la funcionalidad descrita en la presente memoria. El circuito de energía QQ187 puede recibir energía desde la fuente de energía QQ186. La fuente de energía QQ186 y/o el circuito de energía QQ187 se pueden configurar para proporcionar energía a los diversos componentes del nodo de red QQ160 en una forma adecuada para los componentes respectivos (por ejemplo, a un nivel de voltaje y corriente necesario para cada componente respectivo). La fuente de energía QQ186 se puede incluir en el circuito de energía QQ187 y/o en el nodo de red QQ160 o ser externa a ellos. Por ejemplo, el nodo de red QQ160 se puede conectar a una fuente de energía externa (por ejemplo, una toma de corriente) a través de un circuito de entrada o una interfaz, tal como un cable eléctrico, mediante el cual la fuente de energía externa suministra energía al circuito de energía QQ187. Como ejemplo adicional, la fuente de energía QQ186 puede comprender una fuente de energía en forma de batería o paquete de baterías que está conectado o integrado en el circuito de energía QQ187. La batería puede proporcionar energía de respaldo

en caso de que falle la fuente de energía externa. También se pueden utilizar otros tipos de fuentes de energía, tales como dispositivos fotovoltaicos.

Las realizaciones alternativas del nodo de red QQ160 pueden incluir componentes adicionales más allá de los mostrados en la Figura 9 que pueden ser responsables de proporcionar ciertos aspectos de la funcionalidad del nodo de red, que incluyen cualquiera de las funcionalidades descritas en la presente memoria y/o cualquier funcionalidad necesaria para soportar el tema descrito en la presente memoria. Por ejemplo, el nodo de red QQ160 puede incluir equipos de interfaz de usuario para permitir la entrada de información en el nodo de red QQ160 y para permitir la salida de información desde el nodo de red QQ160. Esto puede permitir que un usuario realice funciones de diagnóstico, mantenimiento, reparación y otras funciones administrativas para el nodo de red QQ160.

Para ilustrar aún más los aspectos de algunas, pero no necesariamente todas las realizaciones consistentes con la invención, la Figura 10 muestra detalles de un dispositivo inalámbrico QQ110 de acuerdo con una o más realizaciones. Como se utiliza en el presente documento, dispositivo inalámbrico (WD) se refiere a un dispositivo capaz, configurado, dispuesto y/u operable para comunicarse de forma inalámbrica con nodos de red y/u otros dispositivos inalámbricos. A menos que se indique lo contrario, el término WD se puede utilizar indistintamente en el presente documento con equipo de usuario (UE). La comunicación inalámbrica puede implicar la transmisión y/o recepción de

señales inalámbricas utilizando ondas electromagnéticas, ondas de radio, ondas infrarrojas y/u otros tipos de señales adecuadas para transmitir información a través del aire. En algunas realizaciones, un WD se puede configurar para transmitir y/o recibir información sin interacción humana directa. Por ejemplo, un

5 WD se puede diseñar para transmitir información a una red en un horario predeterminado, cuando se activa por un evento interno o externo, o en respuesta a solicitudes de la red. Ejemplos de un WD incluyen, pero no se limitan a, un teléfono inteligente, un teléfono móvil, un teléfono celular, un teléfono de voz sobre IP (VoIP), un teléfono inalámbrico de bucle local, un ordenador de

10 escritorio, un asistente digital personal (PDA), una cámara inalámbrica, una consola o dispositivo de juegos, un dispositivo de almacenamiento de música, un dispositivo de reproducción, un dispositivo terminal portátil, un punto final inalámbrico, una estación móvil, un ordenador tipo tableta, un ordenador portátil, un equipo integrado en un ordenador portátil (LEE), un equipo montado en un

15 ordenador portátil (LME), un dispositivo inteligente, un equipo inalámbrico en las instalaciones del cliente (CPE), un dispositivo terminal inalámbrico montado en el vehículo, etc. Un WD puede admitir la comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), por ejemplo, al implementar un estándar 3GPP para la comunicación de enlace lateral, y en este caso se puede denominar dispositivo

20 de comunicación D2D. Como todavía otro ejemplo específico, en un escenario de Internet de las cosas (IoT), un WD puede representar una máquina u otro dispositivo que realiza monitorización y/o mediciones, y transmite los resultados

de dicha monitorización y/o mediciones a otro WD y/o un nodo de red. En este caso, el WD puede ser un dispositivo de máquina a máquina (M2M), que en un contexto 3GPP se puede denominar dispositivo de comunicación de tipo máquina (MTC). Como un ejemplo particular, el WD puede ser un UE que
5 implemente el estándar de Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT) 3GPP. Ejemplos particulares de dichas máquinas o dispositivos son sensores, dispositivos de medición tales como medidores de energía, maquinaria industrial o electrodomésticos o electrodomésticos personales (por ejemplo, refrigeradores, televisores, etc.) dispositivos portátiles personales (por ejemplo,
10 relojes, rastreadores de actividad física, etc.). En otros escenarios, un WD puede representar un vehículo u otro equipo que es capaz de monitorear y/o informar sobre su estado operativo u otras funciones asociadas con su operación. Un WD, como se describió anteriormente, puede representar el punto final de una conexión inalámbrica, en cuyo caso el dispositivo se puede denominar terminal
15 inalámbrico. Además, un WD como se describió anteriormente puede ser móvil, en cuyo caso también se puede denominar dispositivo móvil o terminal móvil.

La Figura 10 muestra los detalles de un dispositivo inalámbrico QQ110 de acuerdo con una o más realizaciones. Como se ilustra, el dispositivo inalámbrico QQ110 incluye la antena QQ111, la interfaz QQ114, el circuito de procesamiento
20 QQ120, el medio legible por dispositivo QQ130, el equipo de interfaz de usuario QQ132, el equipo auxiliar QQ134, la fuente de energía QQ136 y el circuito de energía QQ137. WD QQ110 puede incluir varios conjuntos de uno o más de los

componentes ilustrados para diferentes tecnologías inalámbricas compatibles con WD QQ110, tal como, por ejemplo, las tecnologías inalámbricas GSM, WCDMA, LTE, NR, WiFi, WiMAX o Bluetooth, solo por mencionar algunas. Estas tecnologías inalámbricas se pueden integrar en el mismo o diferente chip o conjunto de chips que otros componentes dentro de WD QQ110.

La antena QQ111 puede incluir una o más antenas o matrices de antenas, configuradas para enviar y/o recibir señales inalámbricas, y está conectada a la interfaz QQ114. En ciertas realizaciones alternativas, la antena QQ111 puede estar separada de WD QQ110 y ser conectable a WD QQ110 a través de una interfaz o puerto. La antena QQ111, la interfaz QQ114 y/o el circuito de procesamiento QQ120 se pueden configurar para realizar cualquier operación de recepción o transmisión descrita en la presente memoria como realizada por un WD. Cualquier información, datos y/o señales se pueden recibir de un nodo de red y/u otro WD. En algunas realizaciones, el circuito frontal de radio y/o la antena QQ111 se pueden considerar una interfaz.

Como se ilustra, la interfaz QQ114 comprende el circuito frontal de radio QQ112 y la antena QQ111. El circuito frontal de radio QQ112 comprende uno o más filtros QQ118 y amplificadores QQ116. El circuito frontal de radio QQ114 está conectado a la antena QQ111 y al circuito de procesamiento QQ120, y se configura para acondicionar las señales comunicadas entre la antena QQ111 y el circuito de procesamiento QQ120. El circuito frontal de radio QQ112 se puede acoplar a la antena QQ111 o formar parte de la misma. En algunas realizaciones,

WD QQ110 puede no incluir circuitos frontales de radio QQ112 separados; más bien, el circuito de procesamiento QQ120 puede comprender circuitos frontales de radio y se puede conectar a la antena QQ111. De manera similar, en algunas realizaciones, parte o la totalidad de los circuitos del transceptor de RF QQ122 se pueden considerar parte de la interfaz QQ114. El circuito frontal de radio QQ112 puede recibir datos digitales que se enviarán a otros nodos de red o WD a través de una conexión inalámbrica. El circuito frontal de radio QQ112 puede convertir los datos digitales en una señal de radio que tiene los parámetros apropiados de canal y ancho de banda utilizando una combinación de filtros QQ118 y/o amplificadores QQ116. La señal de radio luego se puede transmitir a través de la antena QQ111. De manera similar, al recibir datos, la antena QQ111 puede recolectar señales de radio que luego se convierten en datos digitales mediante el circuito frontal de radio QQ112. Los datos digitales se pueden pasar al circuito de procesamiento QQ120. En otras realizaciones, la interfaz puede comprender diferentes componentes y/o diferentes combinaciones de componentes.

El circuito de procesamiento QQ120 puede comprender una combinación de uno o más de un microprocesador, controlador, microcontrolador, unidad central de procesamiento, procesador de señal digital, circuito integrado específico de la aplicación, matriz de puertas programables en campo o cualquier otro dispositivo informático adecuado, recurso o combinación de hardware, software y/o lógica codificada operable para proporcionar, ya sea solo o junto

con otros componentes WD QQ110, tal como el medio legible por el dispositivo QQ130, la funcionalidad WD QQ110. Dicha funcionalidad puede incluir proporcionar cualquiera de las diversas características o beneficios inalámbricos que se discuten en la presente memoria. Por ejemplo, el circuito de procesamiento QQ120 puede ejecutar instrucciones QQ131 almacenadas en el medio legible por dispositivo QQ130 o en la memoria dentro del circuito de procesamiento QQ120 para proporcionar la funcionalidad divulgada en la presente memoria.

Como se ilustra, el circuito de procesamiento QQ120 incluye uno o más de los circuitos del transceptor de RF QQ122, el circuito de procesamiento de banda base QQ124 y el circuito de procesamiento de aplicaciones QQ126. En otras realizaciones, el circuito de procesamiento puede comprender diferentes componentes y/o diferentes combinaciones de componentes. En ciertas realizaciones, el circuito de procesamiento QQ120 de WD QQ110 puede comprender un Sistema en Un Chip (SOC). En algunas realizaciones, el circuito del transceptor de RF QQ122, el circuito de procesamiento de banda base QQ124 y el circuito de procesamiento de aplicaciones QQ126 pueden estar en chips o conjuntos de chips separados. En realizaciones alternativas, parte o la totalidad de los circuitos de procesamiento de banda base QQ124 y los circuitos de procesamiento de aplicaciones QQ126 se pueden combinar en un chip o conjunto de chips, y los circuitos del transceptor de RF QQ122 pueden estar en un chip o conjunto de chips separados. En aún realizaciones alternativas, parte

o la totalidad de los circuitos del transceptor de RF QQ122 y los circuitos de procesamiento de banda base QQ124 pueden estar en el mismo chip o conjunto de chips, y los circuitos de procesamiento de aplicaciones QQ126 pueden estar en un chip o conjunto de chips separados. En todavía otras realizaciones alternativas, parte o la totalidad de los circuitos del transceptor de RF QQ122, los circuitos de procesamiento de banda base QQ124 y los circuitos de procesamiento de aplicaciones QQ126 se pueden combinar en el mismo chip o conjunto de chips. En algunas realizaciones, el circuito del transceptor de RF QQ122 puede formar parte de la interfaz QQ114. El circuito del transceptor de RF QQ122 puede condicionar las señales de RF para el circuito de procesamiento QQ120.

En ciertas realizaciones, algunas o todas las funcionalidades descritas en la presente memoria como realizadas por un WD se pueden proporcionar por el circuito de procesamiento QQ120 ejecutando instrucciones almacenadas en el medio legible por el dispositivo QQ130, que en ciertas realizaciones puede ser un medio de almacenamiento legible por ordenador. En realizaciones alternativas, parte o la totalidad de la funcionalidad se puede proporcionar mediante el procesamiento de circuitos QQ120 sin ejecutar instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento separado o discreto legible por dispositivo, tal como por ejemplo de forma cableada. En cualquiera de esas realizaciones particulares, ya sea que se ejecuten instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento legible por dispositivo o no, el circuito de

procesamiento QQ120 se puede configurar para realizar la funcionalidad descrita. Los beneficios proporcionados por dicha funcionalidad no se limitan al procesamiento del circuito QQ120 solo o a otros componentes de WD QQ110, sino que son disfrutados por WD QQ110 en su conjunto, y/o por los usuarios
5 finales y la red inalámbrica en general.

El circuito de procesamiento QQ120 se puede configurar para realizar cualquier operación de determinación, cálculo o similar (por ejemplo, ciertas operaciones de obtención) descritas en la presente memoria como realizadas por un WD. Estas operaciones, tal como se realizan mediante el procesamiento
10 de circuitos QQ120, pueden incluir el procesamiento de la información obtenida mediante el procesamiento de los circuitos QQ120, por ejemplo, al convertir la información obtenida en otra información, comparar la información obtenida o la información convertida con la información almacenada por WD QQ110, y/o realizar una o más operaciones basadas en la información obtenida o la
15 información convertida, y como resultado de dicho procesamiento hacer una determinación.

El medio legible por dispositivo QQ130 puede ser operable para almacenar un programa informático, software, una aplicación que incluya una o más lógicas, reglas, código, tablas, etc. y/u otras instrucciones capaces de ser
20 ejecutadas por el circuito de procesamiento QQ120. El medio legible por dispositivo QQ130 puede incluir memoria de ordenador (por ejemplo, Memoria de Acceso Aleatorio (RAM) o Memoria de Solo Lectura (ROM)), medios de

almacenamiento masivo (por ejemplo, un disco duro), medios de almacenamiento extraíbles (por ejemplo, un Disco Compacto (CD) o un Disco de Video Digital (DVD)) y/o cualquier otro dispositivo volátil o no volátil, no transitorio legible por dispositivo y/o dispositivos de memoria ejecutable por ordenador que
5 almacenen información, datos y/o instrucciones que pueden ser utilizados por el circuito de procesamiento QQ120. En algunas realizaciones, el circuito de procesamiento QQ120 y el medio legible por dispositivo QQ130 se pueden considerar integrados.

El equipo de interfaz de usuario QQ132 puede proporcionar componentes
10 que permitan a un usuario humano interactuar con WD QQ110. Dicha interacción puede ser de muchas formas, tal como visual, auditiva, táctil, etc. El equipo de interfaz de usuario QQ132 puede ser operable para producir salida al usuario y permitir que el usuario proporcione entrada a WD QQ110. El tipo de interacción puede variar dependiendo del tipo de equipo de interfaz de usuario QQ132
15 instalado en WD QQ110. Por ejemplo, si WD QQ110 es un teléfono inteligente, la interacción puede ser a través de una pantalla táctil; si WD QQ110 es un medidor inteligente, la interacción puede ser a través de una pantalla que proporciona el uso (por ejemplo, la cantidad de galones utilizados) o un altavoz que proporciona una alerta audible (por ejemplo, si se detecta humo). El equipo
20 de interfaz de usuario QQ132 puede incluir interfaces, dispositivos y circuitos de entrada, e interfaces, dispositivos y circuitos de salida. El equipo de interfaz de usuario QQ132 se configura para permitir la entrada de información en WD

QQ110 y está conectado al circuito de procesamiento QQ120 para permitir que el circuito de procesamiento QQ120 procese la información de entrada. El equipo de interfaz de usuario QQ132 puede incluir, por ejemplo, un micrófono, un sensor de proximidad u otro sensor, teclas/botones, una pantalla táctil, una o más
5 cámaras, un puerto USB u otros circuitos de entrada. El equipo de interfaz de usuario QQ132 también se configura para permitir la salida de información desde WD QQ110 y para permitir que el circuito de procesamiento QQ120 emita información desde WD QQ110. El equipo de interfaz de usuario QQ132 puede incluir, por ejemplo, un altavoz, una pantalla, circuitos vibratorios, un puerto USB,
10 una interfaz de auriculares u otros circuitos de salida. Utilizando una o más interfaces de entrada y salida, dispositivos y circuitos del equipo de interfaz de usuario QQ132, WD QQ110 se puede comunicar con los usuarios finales y/o la red inalámbrica, y permitirles beneficiarse de la funcionalidad descrita en la presente memoria.

15 El equipo auxiliar QQ134 es operable para proporcionar una funcionalidad más específica que generalmente no pueden realizar los WD. Esto puede incluir sensores especializados para realizar mediciones para diversos fines (por ejemplo, funcionalidad de radar como se describe en la presente memoria), interfaces para tipos adicionales de comunicación, tales como comunicaciones
20 por cable, etc. La inclusión y el tipo de componentes del equipo auxiliar QQ134 pueden variar dependiendo de la realización y/o del escenario.

La fuente de energía QQ136 puede, en algunas realizaciones, estar en forma de batería o paquete de baterías. También se pueden utilizar otros tipos de fuentes de energía, como una fuente de energía externa (por ejemplo, una toma de corriente), dispositivos fotovoltaicos o celdas de energía. WD QQ110

5 puede incluir además el circuito de energía QQ137 para suministrar energía desde la fuente de energía QQ136 a las varias partes de WD QQ110 que necesitan energía de la fuente de energía QQ136 para llevar a cabo cualquier funcionalidad descrita o indicada en la presente memoria. Los circuitos de energía QQ137 pueden, en ciertas realizaciones, comprender circuitos de

10 manejo de energía. El circuito de energía QQ137 puede funcionar adicional o alternativamente para recibir energía desde una fuente de energía externa; en cuyo caso, WD QQ110 se puede conectar a la fuente de energía externa (como una toma de corriente) a través de un circuito de entrada o una interfaz como un cable de energía eléctrica. El circuito de energía QQ137 también puede, en

15 ciertas realizaciones, ser operable para suministrar energía desde una fuente de energía externa a la fuente de energía QQ136. Esto puede ser, por ejemplo, para la carga de la fuente de energía QQ136. El circuito de energía QQ137 puede realizar cualquier formateo, conversión u otra modificación de la energía desde la fuente de energía QQ136 para que la energía sea adecuada para los

20 componentes respectivos de WD QQ110 a los que se suministra energía.

Se apreciará que un aspecto importante de varias realizaciones se relaciona con la colaboración entre el dispositivo móvil con la función de radar y

la función periférica móvil (MEF) que tiene datos holísticos, tiene más recursos para realizar correlaciones para determinar la posición precisa y atiende a múltiples dispositivos móviles mientras mejora y actualiza iterativamente sus datos. En este sentido, se destacan los siguientes aspectos entre aquellos más

5 destacados:

- Dispositivo dividido: posicionamiento de la función periférica móvil (MEF), de tal manera que el dispositivo realiza el radar y la MEF realiza la correlación de acuerdo con las realizaciones descritas anteriormente. Esto abre una serie de optimizaciones tales como: la MEF tiene acceso a todos
10 los cambios dinámicos de todos los dispositivos, la MEF puede guiar el dispositivo en base al mapa y las características del entorno (no es necesario precargar una gran cantidad de datos en el dispositivo), la MEF puede realizar un ajuste fino más avanzado mediante la combinación de técnicas y la MEF puede aprender de las técnicas de ajuste fino
15 combinadas.
- Ajuste fino iterativo después del movimiento para resolver situaciones en las que el ajuste fino presenta ambigüedad/confianza demasiado baja en la posición exacta (debido al ruido, los artefactos o el entorno cambiado dinámicamente): en base a las posiciones más probables en el área de
20 posición aproximada (potencialmente múltiples), se estima el movimiento entre dos análisis de radar y el nuevo ajuste fino se basa en la evaluación

del nuevo ajuste fino basado en radar en combinación con el candidato anterior más el movimiento delta.

- 5

• La MEF puede identificar que ciertos puntos/estructuras son muy fiables como “puntos de anclaje” en relación con otras reflexiones. Las áreas con falta de estructuras únicas reconocibles se pueden identificar y servir como entrada para mejoras, como agregar estructuras o puntos de anclaje.
- 10

• La estación base puede realizar la MEF mencionada anteriormente. Además, la estación base se puede beneficiar del conocimiento de la función anterior.
- 15

• Dado que la MEF tiene información sobre el UE del radar en relación con el entorno, puede guiar el uso del radar en el UE (qué direcciones, qué niveles de energía relativa, etc.) para una mejor eficiencia y el mejor uso de sus recursos y una interferencia mínima. También es capaz de beneficiarse de las mediciones anteriores, así como de la posición relativa a las estructuras en el mapa.
- 20

• Dado que la MEF tiene información sobre todos los dispositivos equipados con radar en el área, puede filtrar los cambios dinámicos del entorno provenientes de los objetos de otros UE cercanos, por ejemplo, se conocerá la posición y el movimiento de los carros autónomos que tienen un UE equipado con radar y su impacto en el análisis de radar de otros UE se puede compensar de acuerdo con lo anterior.

Varios aspectos de las realizaciones de la invención como se ha establecido anteriormente se pueden aplicar para proporcionar un mecanismo y una tecnología para que los UE, y/o los dispositivos móviles, obtengan sus posiciones con una precisión mucho mejor que la que ofrecen las soluciones
5 tradicionales de posicionamiento basadas en la red.

Esto puede ser especialmente útil cuando se aplica, por ejemplo, en carros autónomos que circulan por una fábrica o en drones en un entorno interior. Sin embargo, esta no es de ninguna manera una lista completa de solicitudes; Por el contrario, hay un gran número de aplicaciones potenciales para esta
10 tecnología.

Las realizaciones consistentes con la invención proporcionan una serie de ventajas sobre la tecnología convencional relacionadas con el hecho de que se permite un autopoicionamiento muy detallado sin la necesidad de enfoques clásicos de fusión de sensores. Esto se logra al hacer varios usos inteligentes
15 del módem y del sistema celular. Por ejemplo, y sin limitación:

- En algunas realizaciones, el módem se utiliza para obtener una primera posición (menos precisa) del sistema celular, como referencia mundial.
- En algunas realizaciones, la función de radar se puede integrar en el módem 5G casi sin coste adicional
- En algunas realizaciones, el módem se utiliza para comunicarse con el
20 servidor periférico móvil que realiza las funciones de correlación, así como permite un gran conjunto de optimizaciones inteligentes

Se observa además que las realizaciones no dependen de que el radar opere en el espectro 3GPP, y no dependen de que el radar se implemente como integrado en el hardware del módem, pero esto constituye una realización ventajosa.

- 5 Las realizaciones descritas anteriormente proporcionan una solución de posicionamiento muy precisa para todos los dispositivos con un módem 5G (radar habilitado), sin la necesidad de una instalación densa de estaciones base o fuentes de radio que no sean las necesarias para la comunicación, y sin la necesidad de cámaras u otras soluciones complejas de fusión de sensores. Esta
- 10 es una solución que se adapta fácilmente a una fábrica, por ejemplo.

Ventajas adicionales incluyen:

- Bajo coste en relación con las soluciones alternativas de fusión de sensores para un posicionamiento de alta precisión, por ejemplo, la adición de un módulo de cámara
- 15 • Precisión significativamente mayor que las soluciones tradicionales basadas en radio encontradas convencionalmente, por ejemplo, en sistemas celulares o compatibles con Bluetooth
- La adición de la funcionalidad de radar en un módem puede agregar valor también a otros tipos de aplicaciones, tal como un mapa con referencias
- 20 de características vistas desde todos los módems (equipados con radar) y sus alrededores en la estación base o la función de nube periférica que puede permitir una serie de aplicaciones y ventajas

- Un enfoque optimizado para determinar un Marco-WR dentro del cual tiene lugar la correlación. Los enfoques convencionales necesitan aplicar un enfoque pesimista que a menudo conduce a un Marco-WR más grande.
- 5
- La operación conjunta entre los servicios de mapas de nubes periféricas y la detección por radar basada en la UE permite varias optimizaciones, tal como la adaptación de la señalización y las frecuencias de la detección por radar para que se ajusten a la topología y los objetos del área estimada en el mapa, y beneficiarse del conocimiento de otras unidades
- 10
- móviles cercanas a la UE
 - Las realizaciones consistentes con la invención mejoran con el tiempo (a medida que los dispositivos recogen más muestras que pueden mejorar la precisión general) y también pueden identificar y adaptarse a los cambios en el entorno
- 15
- Los dispositivos pueden aportar información sobre el área mapeada que solo podría ser vista por un dispositivo en esa ubicación (por ejemplo, no alcanzada por señales de radio de la estación base solamente).

Más aún, las realizaciones en las que un dispositivo móvil utiliza la detección SAR de ondas mm como parte de una metodología de

20

autoposicionamiento proporcionan una serie de ventajas de los enfoques convencionales, que incluyen:

- Bajo coste en relación con las soluciones alternativas de fusión de sensores para un posicionamiento de alta precisión, por ejemplo, la adición de un módulo de radar o un módulo de cámara separados, o con el de una solución de posicionamiento con muchos puntos de anclaje o estaciones base para garantizar la línea de visión con múltiples estaciones base al mismo tiempo desde todas las posiciones.
- Capacidad para lograr una precisión significativamente mayor que las soluciones tradicionales basadas en radar
- Mejora más allá del trabajo anterior mediante oportunidades para explotar estructuras detalladas más allá de paredes, pisos o techos, así como otras estructuras que no se distinguen tan claramente con un radar normal.

La invención se ha descrito con referencia a realizaciones particulares. Sin embargo, será evidente para los expertos en la materia que es posible incorporar la invención en formas específicas distintas de las de la realización descrita anteriormente.

Por ejemplo, las varias realizaciones han hecho referencia a un servidor periférico móvil. Sin embargo, el uso de un servidor periférico móvil no es un aspecto esencial de las realizaciones de la invención. Por el contrario, se puede utilizar cualquier servidor que realice la funcionalidad descrita en la presente memoria (por ejemplo, un servidor en la nube, así como un servidor ubicado en una red móvil tal como, pero no limitada a, una periferia de la red móvil), y el

término “servidor” se utiliza de acuerdo con lo anterior en la presente memoria para denotar dicha realización.

En otro ejemplo, las realizaciones se han referido a un solo WRP. Sin embargo, en algunas realizaciones es posible que haya múltiples WRP disponibles, cada uno con su propio intervalo de confianza (es decir, con respecto a la precisión). En dichos casos, se pueden determinar múltiples tramas WR y estas se pueden utilizar de varias maneras diferentes, tales como:

- a. Se puede determinar la intersección entre los múltiples Marcos-WR, y el procesamiento considerando solo un espacio que sea compatible con todos ellos.
- b. Se puede determinar la unión entre los múltiples Marcos-WR, y el procesamiento se puede configurar teniendo en cuenta el(los) espacio(s) combinado(s). Esta clase de realizaciones puede ser relevante en caso de que las múltiples Marcos-WR definan áreas que están disjuntas y no hay conocimiento previo disponible sobre dónde se encuentra el dispositivo.
- c. Uno o más de los múltiples Marcos-WR se pueden ignorar por completo cuando, por ejemplo, el sistema ya tiene algún conocimiento sobre dónde se encuentra el dispositivo, o si hay datos estadísticos que indiquen cómo funcionan ciertos procedimientos WR en esa área específica.

Por lo tanto, las realizaciones descritas son meramente ilustrativas y no deben considerarse restrictivas de ninguna manera. El alcance de la invención se ilustra aún más por las reivindicaciones adjuntas, en lugar de solo por la descripción anterior, y todas las variaciones y equivalentes que caen dentro del

5 rango de las reivindicaciones están destinadas a ser abarcadas en ella.