

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 900**

51 Int. Cl.:

**G01S 5/00** (2006.01)

**G01S 5/02** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2015 E 15184942 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 3141922**

54 Título: **Método y dispositivo para mejorar la determinación de la posición**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.03.2021**

73 Titular/es:

**DEUTSCHE TELEKOM AG (100.0%)  
Friedrich-Ebert-Allee 140  
53113 Bonn, DE**

72 Inventor/es:

**WITYCH, MICHAEL;  
MÜLLER, DIETMAR y  
WELZEL, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 811 900 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para mejorar la determinación de la posición

- 5 La invención se refiere a un método para mejorar la determinación de la posición de un dispositivo de comunicación móvil usando un sistema de determinación de la posición, así como a dispositivos diseñados para llevar a cabo el método.
- 10 Los sistemas globales de navegación por satélite, que también son conocidos por la denominación GNSS (Global Navigation Satellite System), sirven por ejemplo para la determinación de la posición y la navegación de dispositivos móviles, por ejemplo radiotéfonos móviles que contienen un receptor GPS. Un sistema GNSS conocido es el GPS (Sistema de posicionamiento global), esto es el sistema NAVSTAR GPS de EE. UU.
- 15 Para poder mejorar la precisión de la posición determinada por tal sistema de navegación se utilizan sistemas de navegación por complemento que pueden proporcionar datos de corrección para mejorar la información de posición y también informaciones de integridad. Las informaciones de integridad contienen por ejemplo datos sobre la fiabilidad de las informaciones de observación proporcionadas en el pasado para el cálculo de la posición y/o la información de posición calculada y/o datos sobre la fiabilidad y el correcto funcionamiento del sistema de navegación utilizado. Un sistema de navegación por complemento conocido es por ejemplo un SBAS (Sistema de aumentación basado en satélites). Tales sistemas complementarios basados en satélites son conocidos en Europa por la designación EGNOS (Sistema (o Servicio) Europeo de Superposición de Navegación Geoestacionaria) y en Estados Unidos por la denominación WAAS (Sistema de aumentación de área amplia)
- 20 Los sistemas de navegación por complemento de este tipo obtienen los datos de corrección para mejorar la determinación de la posición y las informaciones de integridad por ejemplo mediante estaciones terrestres fijas distribuidas adecuadamente con posiciones conocidas y la determinación continua de estas posiciones mediante la evaluación de las señales de los satélites GNSS, como es el caso del sistema europeo EGNOS. La posición real fija de la estación terrestre es determinada una vez con alta precisión y en cada caso es comparada con las posiciones determinadas continuamente por medio del sistema de navegación para obtener los datos de corrección y las informaciones de integridad. Los datos de corrección y las informaciones de integridad pueden ser transmitidos de diferentes maneras, por ejemplo por medio de Internet y telefonía móvil o, por ejemplo alternativamente, solo a través de señales de satélite. En el sistema EGNOS, las señales de corrección son emitidas por ejemplo también por los satélites geoestacionarios EGNOS, y pueden ser recibidas en un radiotéfono móvil con una antena receptora adecuada. En EGNOS, las señales de corrección son enviadas por ejemplo en L1, esto es, una de las frecuencias utilizadas por GPS.
- 25 Tales valores de corrección y valores de integridad son determinados en primer lugar y después se transmiten al usuario, por ejemplo a través de Internet en combinación con telefonía móvil o por medio de señal de satélite a la frecuencia L1, por ejemplo a un teléfono móvil adecuado con por ejemplo GPS, así como chip y software EGNOS. Debido al período de tiempo de determinación para el cálculo de los valores de corrección y al tiempo de notificación, los valores de corrección recibidos están sujetos a una demora de tiempo debida al sistema. Con un sistema EGNOS, el tiempo de demora es de aproximadamente 6 segundos. En otras palabras, los valores de corrección a los que se ha asignado un instante de validez  $t_a$  en el sistema suplementario no están disponibles hasta un instante de recepción posterior  $t_b$  para un receptor GPS, por ejemplo de un dispositivo de comunicación móvil. Por tanto, una mejora o corrección de la precisión de la posición de un receptor GPS, teniendo en cuenta las informaciones de posición suplementarias, obtenidas en el instante  $t_b$  y válidas para el instante  $t_a$ , solo puede calcularse en el instante  $t_a$ , es decir, solo para valores del pasado. Por consiguiente, la precisión de la posición de un receptor GPS debido a los valores de corrección SBAS solo puede mejorarse para informaciones de posición determinadas en el pasado.
- 40 En el documento EP 2 921 880 A1 se describe por ejemplo un método para mejorar la determinación de la posición actual de un dispositivo de comunicación móvil en tiempo real, en el que en función de informaciones de posición suplementarias proporcionadas por un sistema complementario de navegación, asociadas a un instante ( $t_{a_n}$ ), de informaciones de posición determinadas en el instante ( $t_{a_n}$ ) y de datos de movimiento detectados entre los instantes ( $t_{a_n}$ ) y un instante posterior ( $t_{b_n}$ ), esencialmente en el instante ( $t_{b_n}$ ) es determinada en tiempo real de forma mejorada la posición actual del dispositivo de comunicación móvil válida para el instante actual ( $t_{b_n}$ ), siendo determinadas las informaciones de posición suplementarias por un sistema de navegación por complemento por medio de estaciones terrestres fijas distribuidas adecuadamente con posiciones conocidas.
- 45 50 55
- 60 La intensidad de señal de las señales que pueden ser recibidas de satélites disminuye rápidamente en interiores, es decir, dentro de los edificios, por lo que un sistema GNSS como el GPS generalmente no se puede utilizar para la determinación de la posición en interiores. Para aumentar la disponibilidad de señal de un sistema GNSS es conocido el uso de los llamados pseudolitos que complementan o reemplazan a los satélites. Un pseudolito es un emisor dispuesto en el suelo, que emite señales que imitan las señales de un satélite, de modo que el receptor GPS evalúa las señales recibidas de un pseudolito como si estas hubieran sido recibidas de un satélite. Sin embargo, el uso de pseudolitos conlleva altos costes, es complejo y además problemático debido al uso de frecuencias reservadas para satélites.
- 65

5 También se conocen sistemas de determinación de la posición basados en WLAN, designando WLAN (Red inalámbrica de área local) una red de radio local, en particular basada en el estándar IEEE 802.11, en el que para la transmisión de señales se utilizan principalmente frecuencias en la banda de 2,4 GHz. La determinación de la posición dentro de una red WLAN se lleva a cabo típicamente por medio de lateración, de forma similar a un sistema de determinación de la posición GPS, en el que en este caso la distancia a los puntos de acceso de la WLAN, en lo sucesivo también denominados puntos de acceso o brevemente AP, es determinada por un terminal con capacidad WLAN. Para ello la posición de los puntos de acceso respectivos debe ser conocida y deben poder ser recibidas señales desde al menos tres puntos de acceso por el terminal respectivo, si se va a determinar una posición tridimensional. Incluso con los sistemas de determinación de la posición basados en WLAN, la precisión de la determinación de la posición se puede aumentar utilizando una sobredeterminación si son recibidas señales de más de tres puntos de acceso. Este método se denomina por tanto también trilateración o multilateración.

15 La distancia a un punto de acceso es estimada por el terminal con capacidad WLAN típicamente mediante la intensidad de la señal o por medio de los tiempos de propagación de una señal recibida desde el punto de acceso. La intensidad de señal recibida también se denomina RSS (fuerza de la señal recibida) y, en circunstancias normales, disminuye al aumentar la distancia al punto de acceso. La intensidad de la señal recibida es indicada generalmente como valor RSSI (Indicador de fuerza de la señal recibida), correspondiendo un valor más alto a una mayor intensidad de señal recibida. Para la determinación de un valor RSSI, el terminal evalúa las llamadas balizas enviadas típicamente desde el punto de acceso, siendo conocida la potencia de emisión de una baliza por el lado receptor o es enviada juntamente con la baliza una información relacionada con ello, para que se pueda determinar una medida de la atenuación de la señal a partir de la intensidad de señal recibida, que a su vez representa una medida de la distancia. La evaluación de las balizas permite una determinación de la intensidad de la señal recibida sin conectarse a la red WLAN. Típicamente los puntos de acceso envían balizas con la potencia de emisión ajustable más baja a intervalos cíclicos para garantizar que cuando una baliza sea recibida por un terminal, también se pueda establecer una conexión estable con este.

30 Las informaciones de posición de los puntos de acceso necesarias para la determinación de la posición del terminal pueden estar almacenadas, por ejemplo en una base de datos o tabla de consulta a la que puede acceder el terminal, o pueden estar almacenadas directamente en una memoria del terminal. Los aparatos utilizados como puntos de acceso a menudo no están instalados fijos, con lo que resulta el problema de que cuando uno o varios puntos de acceso cambian de posición, las informaciones de posición almacenadas ya no indican la posición real, lo que a su vez conduce a una determinación incorrecta de la posición por parte del terminal. Por el documento WO 2014/180845 A1 es conocido un método para mejorar las informaciones de posición, en el que cada uno de una pluralidad de teléfonos inteligentes envía a un servidor una información de posición que contiene las coordenadas de posición, su precisión, el instante de validez y una identificación del teléfono inteligente respectivo, realizando el servidor un ajuste de red. El resultado del ajuste de red son de nuevo coordenadas de posición de los teléfonos inteligentes y la precisión de estas coordenadas de posición. Si de una comparación resulta que las coordenadas de posición determinadas mediante el ajuste de red y su precisión han mejorado, estas coordenadas de posición y su precisión son transmitidas al teléfono inteligente correspondiente y pueden ser asumidas allí.

45 La invención se basa en el objeto de mostrar una forma de cómo se puede mejorar la determinación de la posición de un dispositivo de comunicación móvil utilizando un sistema de determinación de la posición, en particular también para una determinación de la posición dentro de edificios.

50 Un concepto clave de la invención puede considerarse el hecho de que se proporcionan informaciones de posición suplementarias para un sistema de determinación de la posición basado por ejemplo en GPS o WLAN, en forma de informaciones de integridad y/o datos de corrección, determinándose las informaciones de posición suplementarias en función de informaciones relativas a la posición que son proporcionadas por dispositivos de comunicación móviles, cuya posición no es conocida de antemano.

55 Se puede considerar otra idea clave de la invención el hecho de que las informaciones de posición suplementarias proporcionadas, que son válidas para un instante  $t_{a_n}$ , se transmiten a un dispositivo de comunicación móvil, de modo que estas informaciones de posición suplementarias para el dispositivo de comunicación móvil no están disponibles hasta un instante posterior  $t_{b_n}$  y se proporcionan en el dispositivo de comunicación móvil informaciones de posición y/o datos de movimiento y/o modelos de movimiento para cambios de movimiento al menos desde el instante  $t_{a_n}$  hasta el instante  $t_{b_n}$ , que también sean válidos para estos instantes de suministro, de modo que el dispositivo de comunicación móvil puede determinar de forma mejorada en tiempo real su posición actual esencialmente en el instante  $t_{b_n}$  en función de las informaciones de posición proporcionadas en el instante  $t_{a_n}$ , de las informaciones de posición suplementarias recibidas en el instante  $t_{b_n}$  y/o, si el dispositivo de comunicación móvil se ha movido entre los instantes  $t_{a_n}$  y  $t_{b_n}$ , de las informaciones relativas al movimiento y/o modelos de movimiento para cambios de movimiento determinados entre los instantes  $t_{a_n}$  y  $t_{b_n}$ .

65 Debe observarse que los dispositivos de comunicación móviles que proporcionan las informaciones relativas a la posición utilizadas para determinar las informaciones de posición suplementarias, y los dispositivos de comunicación móviles, que utilizan las informaciones de posición suplementarias para mejorar la determinación de la posición,

pueden ser dispositivos idénticos o diferentes, estando prevista según la invención una realización como dispositivos diferentes.

5 La invención se explica con más detalle a continuación con la ayuda de algunos ejemplos de realización junto con los dibujos. Muestran:

10 La Figura 1: un sistema de comunicación a modo de ejemplo con un dispositivo de comunicación móvil y un dispositivo de evaluación según la invención,  
 la Figura 2: un sistema de determinación de la posición basado en WLAN empleado a modo de ejemplo para la determinación de la posición en interiores,  
 la Figura 3: un ejemplo de una disposición espacial específica de dispositivos de comunicación móviles y puntos de acceso en un sistema de determinación de la posición basado en WLAN,  
 la Figura 4: una representación gráfica para explicar el efecto del método para mejorar la determinación de la posición actual del dispositivo de comunicación móvil mostrado en la Figura 1, y  
 15 la Figura 5: otra representación gráfica para explicar el efecto del método para mejorar la determinación de la posición actual del dispositivo de comunicación móvil mostrado en la Figura 1.

20 Las Figuras 2 a 5 representan por simplicidad solo el plano horizontal XY de un espacio tridimensional. El objeto de una determinación de la posición tridimensional general también puede describirse de una manera generalmente conocida por el problema en un sistema de coordenadas bidimensional XY, que luego puede transferirse a tres dimensiones XYZ.

25 La Figura 1 muestra un dispositivo de comunicación móvil 30, que puede ser por ejemplo un teléfono inteligente, un ordenador portátil, un dispositivo de comunicación instalado en un vehículo o similar. Para simplificar solo está representado un dispositivo de comunicación móvil 30. Sin embargo, para llevar a cabo un método de acuerdo con la invención se utiliza una pluralidad de dispositivos de comunicación móviles 30.

30 En el ejemplo representado el dispositivo de comunicación móvil 30 tiene un primer dispositivo de recepción 34, que está diseñado para recibir señales de un sistema de navegación 40 para poder determinar su posición o informaciones de posición que describan esta posición. Si el sistema de navegación 40 es por ejemplo un sistema GPS, el primer dispositivo de recepción 34 contiene un chip GPS y una antena. El primer dispositivo de recepción 34 funciona por tanto como receptor GPS. Además, el dispositivo de comunicación móvil 30 en el ejemplo de realización representado tiene una interfaz de radio WLAN 37 para la comunicación inalámbrica con puntos de acceso 50 y está diseñado para la determinación de la posición basada en WLAN. Por simplificar solo se muestra un punto de acceso 50, aunque para la determinación de la posición basada en WLAN típicamente una pluralidad de puntos de acceso 50, al menos 3, se encuentran en el radio de alcance de comunicación del dispositivo de comunicación móvil 30, pudiendo estar asignados estos puntos de acceso 50 a la misma WLAN o a diferentes.

40 Además, en la forma de realización representada el dispositivo de comunicación móvil 30 presenta un dispositivo de recepción 35 que está realizado para recibir informaciones de posición suplementarias proporcionadas y emitidas por un sistema de navegación por complemento 22. Las informaciones de posición suplementarias contienen preferiblemente datos de corrección asociados a un primer instante  $t_{a_n}$  determinado y eventualmente su precisión, así como eventualmente informaciones de integridad que pueden ser utilizadas para mejorar la determinación de la posición.

45 Si el sistema de navegación por complemento 22 es un sistema EGNOS, entonces el dispositivo de recepción 35 puede tener un chip EGNOS y una antena. El chip GPS y el chip EGNOS también pueden estar presentes como un chip general integrado. Los datos EGNOS pueden ser recibidos no solo por señal de satélite directa, sino por ejemplo también se pueden obtener a través de Internet 700, a donde puede acceder el dispositivo de comunicación móvil 30 a través de una WLAN mediante un punto de acceso WLAN 50 o mediante una red de telefonía móvil 600. El dispositivo de comunicación móvil 30 tiene una interfaz de comunicación de red de telefonía 39 correspondiente para la conexión a la red telefonía móvil 600.

55 La invención propone una posibilidad alternativa para proporcionar informaciones de posición suplementarias. Para este propósito está previsto un dispositivo de evaluación 20 que recibe informaciones relativas a la posición desde primeros dispositivos de comunicación móviles 30, estando asociadas las informaciones relativas a la posición a un primer instante  $t_{a_n}$ . En función de estas informaciones relativas a la posición, el dispositivo de evaluación 20 determina una información de posición suplementaria asociada al primer instante  $t_{a_n}$  por medio de un cálculo de ajuste y la pone a disposición de otro dispositivo de comunicación móvil 30 diferente de los primeros dispositivos de comunicación móviles. En una realización a modo de ejemplo que no pertenece a la invención, el dispositivo de evaluación 20 proporciona la información de posición suplementaria asociada al primer instante  $t_{a_n}$  alternativamente a uno de los dispositivos de comunicación móviles 30, de los cuales el dispositivo de evaluación 20 ha recibido informaciones relativas a la posición.

65 El dispositivo de comunicación móvil 30, que recibe la información de posición suplementaria del dispositivo de evaluación 20, puede usar esta para determinar la integridad de una información de posición determinada para el

5 primer instante  $ta_n$ , es decir, para determinar si esta información de posición es errónea. Alternativa o adicionalmente se puede realizar una nueva determinación de una información de posición para el primer instante  $ta_n$ , teniendo en cuenta los datos de corrección en la información de posición suplementaria recibida para así obtener una información de posición para el primer instante  $ta_n$  que presenta una mayor precisión que la información de posición determinada inicialmente.

10 Las informaciones relativas a la posición que son determinadas por un dispositivo de comunicación móvil 30 y transmitidas al dispositivo de evaluación 20 pueden comprender datos primarios adecuados para la determinación de la posición, tales como por ejemplo las informaciones recibidas de satélites GPS en el instante  $ta_n$  adecuadas para la determinación de la posición por medio de GPS, o señales recibidas desde puntos de acceso WLAN en el primer instante  $ta_n$ , adecuadas para la determinación de la posición basada en WLAN, en particular, la intensidad de señal recibida respectiva y una identificación en los puntos de acceso que se encuentran en el radio de alcance.

15 Además, las informaciones relativas a la posición pueden comprender una información de posición determinada por el dispositivo de comunicación móvil 30 a partir de estos datos primarios, así como eventualmente una precisión asociada.

20 De una manera particularmente ventajosa, las informaciones relativas a la posición pueden comprender además informaciones relacionadas con la distancia del dispositivo de comunicación móvil 30 desde al menos otro dispositivo de comunicación móvil 30 o informaciones adecuadas para determinar esta distancia. La distancia a otro dispositivo de comunicación móvil 30 puede también obtenerse por ejemplo en función de una intensidad de señal recibida, para lo cual los dos dispositivos de comunicación móviles involucrados pueden comunicarse directamente entre sí. También es concebible que un dispositivo de comunicación móvil 30 emita cíclicamente señales que son monitorizadas por otros dispositivos de comunicación móviles 30 que se encuentran en el radio de alcance y sean usadas estas para determinar la distancia, pudiendo ser estas señales recibidas por la interfaz de radio WLAN, o también señales de otro tipo, como por ejemplo Bluetooth o señales infrarrojas. También es concebible que los dispositivos de comunicación móviles 30 escuchen la comunicación de otros dispositivos de comunicación móviles 30 con puntos de acceso 50 y determinen una distancia en función de la intensidad de señal recibida de las señales emitidas por el dispositivo de comunicación móvil 30 respectivo.

30 Un dispositivo de comunicación móvil 30 también puede estar realizado ventajosamente para recibir señales de un dispositivo de emisión fijo de corto alcance, tal como por ejemplo un dispositivo con un chip RFID, que está realizado para la comunicación de campo cercano (NFC). Para este fin, la forma de realización de un dispositivo de comunicación móvil 30 representada en la Figura 1 comprende una interfaz NFC 45. La posición del chip RFID es determinada previamente con gran precisión y esta información de posición se almacena preferiblemente en el chip RFID y se transmite en las señales enviadas por este. Las informaciones relativas a la posición comprenden de forma especialmente ventajosa la información de posición asociada al chip RFID, siempre que el dispositivo de comunicación móvil 30 se encuentre en el instante  $ta_n$  dentro del radio de alcance del chip RFID.

40 Además, el dispositivo de comunicación móvil 30 tiene un dispositivo de detección de movimiento 33 para detectar un movimiento del dispositivo de comunicación móvil 30, detectándose el movimiento al menos por secciones entre un primer instante  $ta_n$  y un segundo instante posterior  $tb_n$ . Para ello, el dispositivo de detección 33 puede generar informaciones relativas al movimiento que contienen datos de movimiento con los que puede ser calculado por ejemplo un vector tridimensional que reproduce la variación en la posición del dispositivo de comunicación móvil 30 en la dirección x, y y/o z desde un primer instante  $ta_n$  a un segundo instante  $tb_n$ . El dispositivo de detección 33 puede tener por ejemplo un único sensor de movimiento, tal como un sensor de aceleración o similar. El dispositivo de detección de movimiento 33 también puede tener varios sensores para detectar los movimientos y/o las informaciones de movimiento del dispositivo de comunicación móvil 30 con más precisión y poder calcular a partir de ello la variación de la posición. Además, el dispositivo de detección 33 puede estar realizado para llevar a cabo etapas de procesamiento posterior basadas en modelos de movimiento y/o modelos para cambios de movimiento entre dos instantes  $ta_n$  y  $tb_n$  para salvar de forma adecuada huecos en la detección de informaciones relativas al movimiento. Sin embargo, estas etapas de procesamiento posterior también se pueden llevar a cabo en una unidad de control 38, estando almacenadas las instrucciones correspondientes por ejemplo en una memoria de programa 32 y pueden ser cargadas desde allí. Como informaciones relativas al movimiento pueden ser determinadas además otras informaciones como por ejemplo informaciones de posición que solo son proporcionadas por el receptor GPS 34 o fueron determinadas con base en WLAN, que son válidas en un intervalo de procesamiento de  $ta_n$  a  $tb_n$ .

60 El dispositivo de detección de movimiento 33 puede usarse de manera particularmente ventajosa para determinar información de posición de alta precisión de un dispositivo NFC con chip RFID, incluso cuando se retira el dispositivo NFC durante un cierto tiempo, típicamente al menos varios segundos, para una determinación igualmente precisa de posiciones siguientes fuera del radio de alcance del dispositivo NFC, de modo que estas a su vez pueden estar contenidas en las informaciones relativas a la posición transmitidas al dispositivo de evaluación 20.

65 El dispositivo de evaluación 20, que en principio tiene la función de un sistema de posicionamiento por suplemento, puede estar realizado por ejemplo como servidor de Internet que está conectado a Internet, de modo que las informaciones relativas a la posición, como está representado a modo de ejemplo en la Figura 1, pueden ser

transmitidas desde el dispositivo de comunicación móvil 30 respectivo al dispositivo de evaluación 20 a través de Internet. Sin embargo, las informaciones relativas a la posición también pueden transmitirse al dispositivo de evaluación 20, por ejemplo a través de la red de telefonía móvil 600 o cualquier otra conexión de comunicación adecuada. El dispositivo de evaluación 20 también puede estar dispuesto por ejemplo localmente en una WLAN, de modo que no sea necesaria la comunicación a través de Internet.

Un dispositivo de comunicación móvil 30 equipado con un dispositivo de detección de movimiento 33 también se puede habilitar para determinar con mejor precisión su posición actual en tiempo real para un instante de validez  $tb_n$ .

El dispositivo de control 38 implementado en el dispositivo de comunicación móvil 30 está realizado, por ejemplo, como un microprocesador. El dispositivo de control 38 puede estar realizado preferiblemente para determinar, en tiempo real, es decir esencialmente en un segundo instante  $tb_n$ , una información de posición actual mejorada que es válida para el segundo instante  $tb_n$ . Para ello bajo el control del dispositivo de control 38 es determinada una información de posición válida para el primer instante  $ta_n$  en función de la información de posición asociada al primer instante  $ta_n$ , que es proporcionada por el receptor GPS o determinada con base en WLAN, y la información de posición suplementaria asociada al primer instante  $ta_n$  que ha sido proporcionada por el dispositivo de evaluación 20, es determinada de nuevo o corregida. El dispositivo de control 38 está realizado además para determinar en tiempo real, ahora en función de la información de posición corregida válida para el instante  $ta_n$  y de las informaciones relativas al movimiento proporcionadas por el sensor de movimiento 33 entre los instantes  $ta_n$  y  $tb_n$ , una información de posición actual mejorada válida para el instante  $tb_n$ . Las informaciones relativas al movimiento son válidas para el período de tiempo de  $ta_n$  a  $tb_n$ . Las informaciones relativas al movimiento pueden ser informaciones de posición adicionales o alternativas, que son proporcionadas por el receptor GPS 34 entre los instantes  $ta_n$  y  $tb_n$  o determinadas con base en WLAN, y/o contienen informaciones de movimiento que fueron obtenidas de modelos de movimiento para movimientos y/o de modelos de movimiento para la variación de movimiento y/o de un sensor, por ejemplo del sensor de movimiento 33, para medir el movimiento.

En la memoria de programa 32 pueden ser almacenadas entre otras cosas instrucciones para el dispositivo de control 38 para poder controlar y monitorizar el funcionamiento y todas las funciones del dispositivo de comunicación móvil 30, que por ejemplo es un teléfono inteligente.

Además, puede estar prevista una memoria de datos 31, en la que sean almacenadas las informaciones de posición determinadas por el chip GPS 34 o con base en WLAN, es decir, coordenadas de posición y eventualmente su precisión, las informaciones de posición suplementarias recibidas y los datos de movimiento o informaciones relativas al movimiento suministrados por el sensor de movimiento 33, los resultados de cálculos anteriores, así como los instantes de determinación correspondientes, también para el pasado. Además, todas las informaciones de posición actuales determinadas en tiempo real por el dispositivo de comunicación móvil 30 o el microprocesador 38 y los instantes de observación correspondientes, en particular informaciones relativas al movimiento, pueden ser almacenadas en la memoria de datos 31. Para poder asignar un instante de determinación u observación a las informaciones relativas al movimiento y a las informaciones de posición, puede estar implementado un temporizador 36 en el dispositivo de comunicación móvil 30. Ventajosamente el temporizador 36 puede ser sincronizado con el sistema GPS 40.

En la forma de realización representada, el dispositivo de control 38 está conectado al temporizador 36, la memoria de programa 32, la memoria de datos 31, el sensor de movimiento 33, la interfaz de radio WLAN 37, la interfaz de comunicación de red de telefonía 39, la interfaz NFC 45, el receptor GPS 34 y el receptor EGNOS 35 para poder realizar todas las funciones según la invención.

Puede estar previsto que el dispositivo de evaluación 20 tenga una conexión de comunicación con el sistema EGNOS 22 para comparar las informaciones de posición suplementarias determinadas por el dispositivo de evaluación 20 de forma alternativa con la determinada por el sistema EGNOS y de esta manera eventualmente obtener informaciones de posición suplementarias otra vez mejoradas. Sin embargo, esto solo es ventajoso cuando se utiliza un sistema GNSS para la determinación de la posición. En un sistema de determinación de la posición basado en WLAN, el dispositivo de evaluación 20 ofrece de forma particularmente ventajosa por primera vez la posibilidad de proporcionar informaciones de posición suplementarias.

Ya en este punto debe observarse que los datos almacenados en la memoria de datos 31 pueden estar almacenados de una forma particularmente estructurada. Así, los datos de movimiento, los datos de posición suplementarios y las informaciones de posición que están asignados a un intervalo de procesamiento determinado pueden almacenarse juntos y/o almacenarse de tal manera que se pueda acceder rápidamente a cualquier intervalo de procesamiento. Un intervalo de procesamiento enésimo está fijado por un primer instante  $ta_n$  y un segundo instante posterior  $tb_n$ . Un primer instante  $ta_n$  define convenientemente el instante para el que es proporcionada por el dispositivo de evaluación 20 una información de posición suplementaria válida para un  $ta_n$ , transmitida al dispositivo de comunicación móvil 30 y está disponible para el dispositivo de comunicación móvil 30 en el instante  $tb_n$ . Además, pueden ser proporcionadas informaciones de posición por el receptor GPS 34 o con base en WLAN que sean válidas en un primer instante  $ta_n$  y se proporcionen al dispositivo de comunicación 30 en el mismo instante  $ta_n$ . Un segundo instante posterior  $tb_n$  define esencialmente el instante en el que la posición actual del dispositivo de comunicación móvil 30 debe calcularse en

tiempo real. Además, los respectivos pares de instantes  $t_{a_n}$  y  $t_{b_n}$  definen un intervalo de procesamiento enésimo en el que son registradas informaciones relativas al movimiento. La diferencia de tiempo entre cada par de instantes  $t_{a_n}$  y  $t_{b_n}$  corresponde esencialmente a la demora de tiempo de la actualidad de las informaciones de posición suplementarias del dispositivo de evaluación 20, en la que estas pueden ser aprovechadas en el dispositivo de comunicación móvil 30. En el dispositivo de evaluación 20, la diferencia de tiempo ( $t_{b_n} - t_{a_n}$ ) puede ser por ejemplo de unos pocos segundos.

En la Figura 2 está representado un ejemplo de sistema de determinación de la posición 11 basado en WLAN, que sirve para determinar la posición de los dispositivos de comunicación móviles  $30_1$  a  $30_7$  dentro de un edificio. Para este propósito, en el ejemplo de realización representado están dispuestos tres puntos de acceso  $50_1$ ,  $50_2$  y  $50_3$  en diferentes posiciones, siendo determinadas estas posiciones una vez con gran precisión y son almacenadas en una tabla de búsqueda con información de identificación asociada del punto de acceso respectivo. Ventajosamente y para lograr una alta precisión también puede estar previsto un mayor número de puntos de acceso. A esta tabla de búsqueda, que puede estar almacenada en una base de datos, tienen acceso los dispositivos de comunicación  $30_1$  a  $30_7$ . Para este propósito, cada uno de los dispositivos de comunicación  $30_1$  a  $30_7$  puede establecer una conexión a Internet a través de uno de los puntos de acceso. Para determinar la posición, cada uno de los dispositivos de comunicación móviles  $30_1$  a  $30_7$  recibe señales de baliza cíclicas de todos los puntos de acceso dentro del radio de alcance y determina una información de posición en función de las intensidades de señal recibidas, que son una medida para la distancia al punto de acceso respectivo, así como la precisión asociada. Además, los dispositivos de comunicación móviles  $30_1$  a  $30_7$  determinan, respectivamente, la distancia entre sí por parejas. Cada uno de los dispositivos de comunicación  $30_1$  a  $30_7$  envía estas informaciones relativas a la posición a un dispositivo de evaluación 20 no representado en la Figura 2, que a partir de estas obtiene informaciones relativas a la posición, utilizando la sobredeterminación de informaciones de posición suplementarias. En particular, el dispositivo de evaluación detecta el caso de que la posición real de un punto de acceso no coincida con la posición almacenada para este punto de acceso, ya que su posición ha cambiado significativamente, por ejemplo por una fuerza de limpieza. A su vez, el dispositivo de evaluación 20 pone estas informaciones de posición suplementarias a disposición de los dispositivos de comunicación móviles  $30_1$  a  $30_7$  y les permite volver a determinar la posición con mayor precisión que en el instante en el que se obtuvieron las informaciones relativas a la posición.

Como está representado en la Figura 2 también puede estar previsto un dispositivo NFC 200 instalado fijo con un chip RFID integrado, que puede transmitir información de posición altamente precisa a un dispositivo de comunicación móvil que se encuentra dentro del radio de alcance, que luego puede reenviar esta al dispositivo de evaluación 20 como información relativa a la posición. Por medio de un dispositivo de detección de movimiento 33 por ejemplo el dispositivo de comunicación móvil  $30_4$  puede usar esta información de posición altamente precisa del dispositivo NFC 200 para una determinación de la posición más precisa después de que haya abandonado nuevamente el radio de alcance del dispositivo NFC 200.

Además, se puede usar un dispositivo de comunicación móvil  $30_7$ , cuyos grados de libertad de movimiento están restringidos de manera predeterminada, usándose esto como parametrización en el cálculo de ajuste que realiza el dispositivo de evaluación 20, pudiéndose ser aumentada la precisión mediante los parámetros marginales. En el ejemplo de realización representado, el dispositivo de comunicación móvil  $30_7$  es guiado automáticamente hacia adelante y hacia atrás en un carril 100, indicado por la flecha 101. La secuencia de movimiento está predeterminada y es conocida por el dispositivo de evaluación 20. También sería concebible prever dispositivos NFC como el dispositivo 200 en los extremos del carril 100.

La Figura 3 muestra a modo de ejemplo un sistema de determinación de la posición 12 basado en WLAN, en el que están previstos seis puntos de acceso  $50_4$  a  $50_9$ . Se supone que los dispositivos de comunicación móviles  $30_8$  y  $30_9$  realizan una determinación de la posición basada solo en WLAN en función de mediciones de ruta a los puntos de acceso  $50_4$  a  $50_9$  realizadas mediante RSS, de modo que la determinación de la posición respectiva de los dispositivos de comunicación  $30_8$  o  $30_9$  solo en la dirección X a través de las mediciones de ruta basadas en RSS a los puntos de acceso accesibles respectivamente, o bien no presenta una sobredeterminación o solo ofrece un control tan deficiente que las mediciones incorrectas en la dirección X, y en particular las coordenadas de los puntos de acceso en la dirección X almacenadas incorrectamente en el cálculo de ajuste no pueden ser detectadas por el dispositivo de evaluación 20.

Los obstáculos H1 y H2 no permiten una determinación de ruta basada en RSS a través de los obstáculos debido a las propiedades de amortiguación. Para cada punto de acceso está representada una distancia asignada  $R_i$  que indica el radio de alcance máximo del punto de acceso respectivo hasta el cual se utilizan las señales enviadas desde el punto de acceso respectivo para la determinación de ruta por medio de RSS. Una distancia  $R_i$  dibujada indica, por ejemplo, el radio de alcance máximo predeterminado en una lógica de evaluación del aparato de recepción respectivo, hasta el cual un valor RSSI determinado a partir de una señal recibida desde un punto de acceso  $50_i$  todavía se usa para determinaciones de ruta. En otras palabras, una distancia determinada a partir de un valor RSSI, que es mayor que la distancia respectiva  $R_i$ , no se utiliza para la determinación de ruta debido a una inexactitud demasiado alta. En el ejemplo representado en la Figura 3 se tiene  $R_6 = R_7 > R_4 = R_5 = R_8 = R_9$ , es decir, una distancia máxima idéntica para los puntos de acceso  $50_6$  y  $50_7$ , que es mayor que la de los otros puntos de acceso. Un valor  $R_i$  idéntico ofrece en cada caso la misma precisión de determinación de ruta a la misma distancia del punto de acceso

respectivo. Un valor  $R_i$  mayor proporciona una mejor precisión de determinación de ruta para la misma distancia. Debido a los obstáculos y a los valores  $R_i$  dados, algunas determinaciones de ruta no son posibles. Debido a la longitud de  $R_6$  el dispositivo de comunicación móvil 30<sub>9</sub> puede por ejemplo no realizar una determinación de ruta al punto de acceso 50<sub>6</sub>. En el presente ejemplo, una determinación de ruta basada en RSS desde un dispositivo de comunicación móvil a un punto de acceso en la dirección X es por tanto más precisa que en la dirección Y. La distancia  $R_{30}$  representada en la Figura 3, para la cual en el ejemplo representado es válido  $R_{30} = 0,9 \cdot R_6$ , especifica de manera análoga el radio de alcance máximo para una determinación de ruta basada en RSS entre los dos dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub>. Estas consideraciones presuponen que las coordenadas Z de todos los puntos de acceso, así como de todos los dispositivos de comunicación móviles tienen un valor suficientemente similar en relación con el espaciado de puntos respectivo. Además se supone que no hay otros obstáculos de amortiguación que no sean H1 y H2.

Sin una medición de ruta basada en RSS entre los dos dispositivos de comunicación móviles, la determinación de la posición de un dispositivo de comunicación móvil se realiza por tanto sobre la base de tres mediciones de ruta respectivas. En el caso tridimensional de un sistema de coordenadas XYZ no hay sobredeterminación en las tres coordenadas de posición de un punto a determinar y, por tanto, no se pueden detectar errores en las coordenadas de posición de los puntos de acceso implicados ni errores en las tres mediciones de ruta. Además, las medidas de inexactitud de las determinaciones de posición de los dispositivos de comunicación móviles solo pueden ser determinadas sobre la base de valores de error de las variables de cálculo conocidos a priori, de las rutas y de posiciones de los puntos de acceso si existen estos valores de error a priori. Pero incluso si existen todos estos valores de error a priori, estos valores de error no se pueden controlar debido a la falta de sobredeterminación. Sin embargo, los errores de las coordenadas de posición de los dispositivos de comunicación móviles derivados de estos por métodos de propagación de errores no pueden controlarse. Por tanto, cada error en una recepción ya sea un valor absoluto de una variable de entrada o su valor de error a priori, no puede ser detectado.

Además, se parte de que todas las coordenadas Z son idénticas por definición como es sabido y por tanto solo tenemos que considerar el caso bidimensional del plano XY. En este caso de solo dos coordenadas de posición desconocidas de un dispositivo de comunicación móvil, tres mediciones de ruta basadas en RSS a un dispositivo de comunicación móvil parecen ser una sobredeterminación de uno ( $1 = 3-2$ ). Sin embargo, esto solo se aplica si dos rutas nunca se miden en la misma dirección. Si, como en el ejemplo representado en la Figura 3, las dos mediciones de ruta en la dirección Y se sitúan en una dirección absolutamente idéntica y la tercera ruta se extiende exactamente vertical a ella, entonces la coordenada Y tiene una sobredeterminación de uno, pero la coordenada X es determinada sin sobredeterminación, con lo que no pueden ser detectados los errores en la coordenada X ni para el dispositivo de comunicación móvil ni para el punto de acceso de la ruta en la dirección X, ni tampoco los errores del mismo tipo en las coordenadas X de los dos puntos de acceso de las dos mediciones de ruta en la dirección Y o sus mediciones de error derivadas. En tal caso geométrico, las mediciones de ruta, por tanto, no proporcionan informaciones a las informaciones de integridad y/o datos de corrección que se van a determinar por un dispositivo de evaluación y que se proporcionarían a un sistema de navegación por complemento, por ejemplo para las coordenadas de los puntos de acceso. Si en el caso de la Figura 3 al menos dos de las tres mediciones de ruta están en casi la misma dirección, pero no en la dirección idéntica, entonces las dos coordenadas de un dispositivo de comunicación móvil se pueden calcular con sobredeterminación y, por tanto, controladas algebraicamente, pero solo se controlan muy débilmente, lo que significa que incluso errores graves no pueden ser detectados significativamente y las tres mediciones de ruta por tanto, no pueden proporcionar un valor significativo para la determinación de informaciones de posición suplementarias, es decir, informaciones de integridad y/o datos de corrección.

Si se considera la Figura 3 sin la medición RSS entre los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub>, entonces el problema de las determinaciones de posición para los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub> se divide en dos problemas independientes y, como ejemplo para el subsistema izquierdo, las mediciones relativas del 30<sub>8</sub> solo pueden controlar o mejorar los valores de corrección de las coordenadas de los puntos de acceso 50<sub>4</sub>, 50<sub>6</sub> y 50<sub>8</sub>. Además, las determinaciones de posición de los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub> no tienen influencia en el otro dispositivo respectivo.

Si se considera la Figura 3 pero con la medición RSS entre los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub>, entonces se tienen dos problemas de determinación de la posición que se influyen mutuamente para los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub>, ya que los dos subsistemas ahora están vinculados geoméricamente y en términos de tecnología de ajuste. Por tanto, todas las mediciones RSS para determinaciones de la posición de los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub> tienen influencia en el otro dispositivo. Se puede ver que también las mediciones RSS entre dos dispositivos de comunicación móviles, cuyas posiciones no tienen que conocerse con alta precisión de antemano, también pueden contribuir al cálculo de variables de corrección para sistemas de navegación por suplemento. Cuanto más precisas sean las mediciones entre los dispositivos de comunicación móviles y cuantas más de estas mediciones y dispositivos de comunicación móviles estén disponibles al mismo tiempo o durante un período de tiempo, de mayor valor será la contribución. Estas magnitudes de determinación proporcionan valores de corrección mejorados para el instante posterior que se han actualizado por los cálculos de un sistema de evaluación, así como la actualización de la información de posición suplementaria correspondiente, es decir informaciones de integridad y/o datos de corrección.

- Solo por la determinación de la posición de los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub> representados a partir de las medidas RSS a los tres puntos de acceso alcanzables pueden por ejemplo ser detectados errores en las mediciones de la distancia entre el dispositivo de comunicación móvil 30<sub>8</sub> y el AP 50<sub>6</sub> y entre el dispositivo de comunicación móvil 30<sub>9</sub> y el AP 50<sub>7</sub> o errores en las coordenadas X de AP 50<sub>6</sub> y 50<sub>7</sub> no son suficientemente bien detectados y, por tanto, no son calculadas informaciones de posición suplementarias, como un límite de excedencia o valores de corrección explícitos para estas coordenadas X, ni se transmiten a los dispositivos de comunicación móviles, ya que la geometría presente no permite esto pues todas las otras mediciones para este propósito se desarrollan verticalmente, esto es en la dirección Y, el control en la dirección X es muy bajo.
- Los valores de corrección de las informaciones de posición suplementarias son, por tanto, las correcciones de las coordenadas X de los APs 50<sub>6</sub> y 50<sub>7</sub> conocidas a priori, por ejemplo de una base de datos. Las precisiones de los valores de corrección de su última determinación pueden igualmente estar almacenadas en la base de datos y también se pueden calcular en el método de ajuste de red y actualizarse en la base de datos.
- Para resolver este problema de los valores X mal controlados está previsto de manera particularmente ventajosa que el dispositivo de comunicación móvil 30<sub>8</sub> realice adicionalmente una medición de ruta al dispositivo de comunicación móvil 30<sub>9</sub>, es decir una medición relativa, independiente del sistema de coordenadas, entre dos dispositivos de comunicación móviles durante sus diferentes movimientos, ya que la dirección de esta medida de ruta se sitúa en la dirección X y, por tanto, controla las coordenadas X.
- En el ejemplo representado, esta ruta entre los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub> se sitúa exactamente en la dirección X y por tanto controla las coordenadas X de los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub> y por consiguiente también de los puntos de acceso 50<sub>6</sub> y 50<sub>7</sub>, de modo en el ajuste de red se pueden determinar también las informaciones de posición suplementarias para estas coordenadas X. Aquí también las posiciones de los dispositivos de comunicación móviles no tienen que ser conocidas exactamente de antemano.
- También debe tenerse en cuenta que en el ejemplo representado en la Figura 3 la medición de distancia entre los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub> controla las mediciones de distancia entre el dispositivo de comunicación móvil 30<sub>8</sub> y el AP 50<sub>6</sub> y entre el dispositivo de comunicación móvil 30<sub>9</sub> y el AP 50<sub>7</sub> y las coordenadas X de los AP 50<sub>6</sub> y 50<sub>7</sub>, de modo que con ello se logra un salto de precisión en la determinación de las informaciones de posición suplementarias, o que en realidad tenga sentido, ya que sin la medición de distancia entre los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub> no son posibles precisiones suficientemente altas en el escenario representado. Sin la medición de distancia entre los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub>, las informaciones de posición suplementarias, incluso en la dirección X para los AP 50<sub>6</sub> y 50<sub>7</sub>, es decir los valores de corrección para sus coordenadas X, se puede determinar en el presente caso, pero no con suficiente precisión. También debería decirse que la medición de la distancia entre los dispositivos de comunicación móviles 30<sub>8</sub> y 30<sub>9</sub> también mejora las coordenadas Y de todos los puntos de acceso y, por tanto, también pueden mejorarse sus valores de corrección en el sistema de evaluación 20.
- El ejemplo representado es un caso extremo en el que algunas informaciones de posición suplementarias solo pueden determinarse por mediciones entre los dispositivos de comunicación móviles entre sí. Un caso tan extremo rara vez ocurrirá en un sistema real. Sin embargo, este ejemplo deja claro que por mediciones de distancia entre dispositivos de comunicación móviles y la provisión de informaciones relativas a la posición correspondientes del dispositivo de evaluación 20 se ve favorecida y mejorada la determinación de informaciones de posición suplementarias en una medida particular, incluso si ya han sido determinadas sin estas mediciones de distancia entre dispositivos de comunicación móviles y aunque no se tengan que conocer de antemano las posiciones de los dispositivos de comunicación móviles con alta precisión.
- El modo de funcionamiento del sistema de determinación de la posición 10 mostrado en la Figura 1 se explica con más detalle a continuación con respecto a la determinación de una posición actual en tiempo real para un instante de validez  $tb_n$  con una precisión mejorada.
- En primer lugar se describen algunos escenarios con referencia a la Figura 4.
- Cabe señalar que para la Figura 4 y la Figura 5 se aplica la leyenda mencionada a continuación como ejemplo para la asignación de informaciones de posición a instantes
- Leyenda:  
[posición calculada de A válida para el instante  $ta_n$ ] [método o valor teórico] (instante de cálculo)
- por ejemplo [A] [1] ( $tb_n$ ) =:  $A_1(tb_n)$  o  
por ejemplo [A] [ $real$ ] ( $tb_n$ ) =:  $A_{real}(tb_n)$  o  
por ejemplo [A] [ $teórico$ ] ( $ta_n$ ) =:  $A_{teórico}(ta_n)$
- Al mismo tiempo para el cálculo de la posición absoluta se puede calcular también la elipse de error  $E_i$  de la posición respectiva.

Se supone que el dispositivo de comunicación móvil 30 no ha realizado hasta ahora aún ninguna determinación de posición y por tanto la memoria de datos 31 está vacía. La posición teórica del dispositivo de comunicación móvil 30 en un instante  $t_{a_n}$  está representada en la Figura 4 por el punto  $A_{teórico}(t_{a_n})$ , mientras que la posición teórica en un instante  $t_{b_n}$  posterior está representada por el punto  $B_{teórico}(t_{b_n})$ . Una línea 90 entre los dos puntos describe, a modo de ejemplo, el movimiento real del dispositivo de comunicación móvil 30 entre los instantes  $t_{a_n}$  y  $t_{b_n}$ .

Se supone que ahora la información de posición o la posición del dispositivo de comunicación móvil 30 es determinada por primera vez en un primer instante  $t_{a_n}$  por medio del receptor GPS 34 o basada en WLAN, y que esencialmente en un instante actual posterior  $t_{b_n}$  debe ser determinada en tiempo real una información de posición actual mejorada válida para el instante  $t_{b_n}$ . El índice  $n$ , que denota el número de intervalos de procesamiento, se puede establecer en 1 en este caso. A esta información de posición, que además de las coordenadas de posición también puede contener su precisión, se le asigna el instante  $t_{a_n}$  y ambos datos pueden almacenarse en la memoria de datos 31. La posición correspondiente se designa en la Figura 4 con  $A_{real}(t_{a_n})$ . La elipse de error E1 dibujada alrededor del punto  $A_{real}(t_{a_n})$  reproduce por ejemplo la precisión calculada. Además, se supone que el dispositivo de evaluación 20 proporciona una información de posición suplementaria válida para el mismo instante  $t_{a_n}$  y esta información es transmitida al dispositivo de comunicación móvil 30. Aproximadamente en el segundo instante  $t_{b_n}$  es recibida por el dispositivo de comunicación móvil 30 la información de posición suplementaria, válida para el instante  $t_{a_n}$ , junto con la marca de tiempo asignada a ella, que contiene el instante  $t_{a_n}$ , por ejemplo por medio de la interfaz de radio WLAN 37. La información de posición suplementaria y la marca de tiempo correspondiente también pueden estar almacenada en la memoria de datos 31. Por ejemplo entre el primer instante  $t_{a_n}$  y el segundo instante  $t_{b_n}$  el sensor de movimiento 33 detecta el movimiento relativo del dispositivo de comunicación móvil 30. Los datos de movimiento correspondientes o las informaciones relativas al movimiento también pueden estar almacenadas en la memoria de datos 31 junto con el intervalo de procesamiento, que es definido por el primer y segundo instantes, bajo el control del microprocesador 38. Las informaciones relativas al movimiento pueden contener adicional o alternativamente informaciones que se obtienen de modelos de movimiento o informaciones de posición que son proporcionadas solo por el receptor GPS 34 o basadas en WLAN entre el primer instante  $t_{a_n}$  y el segundo instante  $t_{b_n}$ . Esencialmente en el instante  $t_{b_n}$  el dispositivo de control 38 lee los datos necesarios de la memoria de datos 31 y

a) determina de nuevo esencialmente en el instante  $t_{b_n}$ , usando un algoritmo adecuado de un modelo matemático almacenado en la memoria del programa 32, una información de posición válida en un primer instante  $t_{a_n}$  en función de la información de posición asociada al primer instante  $t_{a_n}$  que es proporcionada por el receptor GPS 34 o determinada con base en WLAN y de la información de posición suplementaria asociada al primer instante  $t_{a_n}$

b) y además, basándose en la información de posición determinada de nuevo para el instante  $t_{a_n}$  que es válida para el primer instante  $t_{a_n}$  y a partir de las informaciones relativas al movimiento proporcionadas entre el instante  $t_{a_n}$  y el segundo instante  $t_{b_n}$  determina la Información de posición actual mejorada que es válida para el segundo instante  $t_{b_n}$ .

Esta posición estaba hasta ahora disponible dependiendo del algoritmo como  $B_{real}(t_{b_n})$  o  $B0(t_{b_n})$  o un promedio ponderado de ambos valores, siendo  $B_{real}(t_{b_n})$  por ejemplo la posición calculada solo con datos GPS del receptor GPS 34 o basada en WLAN y  $B0(t_{b_n})$  se sigue por adición a partir de  $A_{real}(t_{a_n})$  más el cálculo del movimiento de  $t_{a_n}$  a  $t_{b_n}$ . Esencialmente en el segundo instante actual  $t_{b_n}$  se obtiene una información de posición actual  $B1(t_{b_n})$ , mejorada con respecto al punto  $B_{real}(t_{b_n})$  o  $B0(t_{b_n})$  o una ponderación de los dos puntos no mostrados, en el instante de validez  $t_{b_n}$  para el dispositivo de comunicación móvil 30 en tiempo real. Si  $B_{real}(t_{b_n})$  tiene una precisión suficientemente buena en comparación con los otros valores de entrada,  $B_{real}(t_{b_n})$  también puede ser usado en el cálculo de  $B1(t_{b_n})$ .

El resultado de un ejemplo de aplicación del algoritmo a las variables de entrada que son preferiblemente los datos de corrección y su precisión contenidos en la información de posición suplementaria, preferiblemente las coordenadas de posición contenidas en las informaciones de posición y su precisión en el instante  $t_{a_n}$ , así como las informaciones relativas al movimiento determinadas entre el primer instante  $t_{a_n}$  y el segundo instante  $t_{b_n}$  y sus precisiones se ilustra con referencia a la Figura 4.

Si las informaciones de posición que son proporcionadas por el receptor GPS 34 o determinadas en base a WLAN y en el período de tiempo de  $t_{a_n}$  a  $t_{b_n}$  y aquí en particular en el instante  $t_{b_n}$  poseen una precisión suficientemente alta, estas informaciones de posición pueden introducirse en los cálculos igualmente para determinar la información de posición actual para el instante  $t_{b_n}$ . Estas informaciones de posición se incluyen luego en las informaciones relativas al movimiento.

Las estimaciones para ello son posibles de antemano utilizando métodos conocidos y se pueden hacer en tiempo real en el dispositivo de comunicación 30.

En la Figura 4 se prescindió de tener en cuenta estas informaciones de posición determinadas entre  $t_{a_n}$  y  $t_{b_n}$ . Además, se supuso una cierta precisión para los cambios de posición relativos debido a un sensor de movimiento, cuya extensión no está caracterizada explícitamente en la Figura 4, pero puede derivarse de las elipses de error resultantes de los cálculos para E4 a partir del orden de magnitud. Además, se especificó que grandes cambios en la posición

también causan componentes de error absoluto más grandes, lo que se puede reconocer por las diferentes longitudes del eje principal de la elipse de error E4 resultante en la Figura 4.

5 Una primera mejora de la determinación de la posición puede conseguirse ya que teniendo en cuenta las informaciones de posición suplementarias asociadas al instante  $t_{a_n}$ , se eleva la precisión de la posición del dispositivo de comunicación móvil 30, que está representado en la Figura 4 a modo de ejemplo por el punto  $A_{real}(t_{a_n})$ , de modo que la posición mejorada del dispositivo de comunicación móvil 30 corresponde a un punto  $A1(t_{b_n})$ . Es importante señalar que la determinación de la posición del punto  $A1(t_{b_n})$  solo tiene lugar en el instante  $t_{b_n}$ , pero el punto  $A1(t_{b_n})$  únicamente representa la posición mejorada del dispositivo de comunicación móvil 30 válida para el instante  $t_{a_n}$ . El punto de la posición  $A1(t_{b_n})$  se sitúa por tanto en el pasado. Alrededor del punto  $A1(t_{b_n})$  está marcada de nuevo una elipse de error E3 calculada a modo de ejemplo. La primera mejora en la determinación de posición se refiere a la posición en el instante  $t_{a_n}$  y, sin el conocimiento de informaciones suplementarias válidas después del instante  $t_{a_n}$ , también hay una mejora para una afirmación en la que la posición considerada estadísticamente para el instante  $t_{b_n}$  pudiera ser válida, ya que esta posición tiene un valor de probabilidad para la posición más probable en el instante  $t_{a_n}$ .

Con el conocimiento de informaciones suplementarias válidas después del instante  $t_{a_n}$  se puede lograr una segunda mejora en la determinación de la posición para el instante actual  $t_{b_n}$ , de modo que las informaciones relativas al movimiento, que por ejemplo definen un vector tridimensional que reproduce el cambio de posición resultante del dispositivo de comunicación móvil 30 en la dirección x, y y/o z entre un primer instante  $t_{a_n}$  y un segundo instante  $t_{b_n}$  y eventualmente sus precisiones, se suman a las coordenadas de posición del punto  $A1(t_{b_n})$ . Entonces se llega a una posición determinada de nuevo, que en la Figura 4 se designa por  $B1(t_{b_n})$ . Una línea 70, que conecta el punto  $A1(t_{b_n})$  con el punto  $B1(t_{b_n})$ , describe por ejemplo el movimiento del dispositivo de comunicación móvil 30 detectado por el sensor de movimiento 33 entre los instantes  $t_{a_n}$  y  $t_{b_n}$ . El punto  $B1(t_{b_n})$  corresponde, por tanto, a la posición actual mejorada del dispositivo de comunicación móvil 30, que fue calculada esencialmente en el instante actual  $t_{b_n}$  y es válida para este instante. La elipse de error E4 dibujada alrededor del punto B1 reproduce a modo de ejemplo la precisión calculada. La flecha entre el punto  $B1(t_{b_n})$  y un punto  $B_{real}(t_{b_n})$  que corresponde a la posición determinada sin corrección en el instante  $t_{b_n}$  muestra la mejora del método en comparación con una determinación de posición no corregida.

Dependiendo del uso de diferentes fuentes de datos y modelos matemáticos de evaluación, por ejemplo todos los cálculos pueden llevarse a cabo en un solo marco, es decir en un único sistema de ecuaciones, para determinar la posición actual del dispositivo de comunicación móvil 30 o también pueden usarse un cálculo secuencial y/o técnicas de filtro recursivo.

Además, debe advertirse que la selección de un modelo matemático adecuado puede basarse en las propiedades estadísticas de las observaciones- estas son preferiblemente las informaciones de posición, informaciones de posición suplementarias e informaciones relativas al movimiento- en donde son particularmente convenientes los modelos que permiten la detección de "valores atípicos" en las observaciones. La precisión de todas las variables de entrada también se puede tener en cuenta aquí. Son conocidos diferentes modelos matemáticos adecuados y diferentes implementaciones algorítmicas.

Como ya se indicó, la posición del punto  $A1(t_{b_n})$ , que se calculó en el instante  $t_{b_n}$  pero es válida para el instante  $t_{a_n}$ , puede ser determinada porque el microprocesador 38 almacena la información de posición asociada al primer instante  $t_{a_n}$  solo en función de la información de posición suplementaria asociada al primer instante  $t_{a_n}$ . Tal determinación de posición  $A1(t_{b_n})$  es, como caso especial, al mismo tiempo también la posición actual  $B1(t_{b_n})$ , es decir la posición calculada en tiempo real, que es válida en el instante actual  $t_{b_n}$  si un dispositivo de prueba del dispositivo de comunicación móvil 30 ha determinado que o bien esencialmente no hay movimiento de traslación del dispositivo de comunicación móvil 30 entre el primer instante  $t_{a_n}$  y el segundo instante  $t_{b_n}$ , o que de todos los movimientos de traslación en este período en el instante  $t_{b_n}$  resulta en suma el vector cero de forma suficientemente significativa. El dispositivo de control 38 puede realizar la función del dispositivo de prueba. Dependiendo del tamaño de los errores individuales de los movimientos incrementales que se propagan en la traslación sumada resultante, la posición absoluta puede mantenerse sin variación, pero la precisión de la posición puede incluso deteriorarse considerablemente, con lo que el dispositivo de control 38 puede ser forzado a realizar los cálculos incluso con un vector cero para poder calcular mejor la precisión resultante.

En Figura 4 está representado otro punto  $B0(t_{b_n})$  con la precisión de posición con elipse de error E5, que reproduce la información de posición que fue calculada en el segundo instante  $t_{b_n}$  y es válida para este instante, que el dispositivo de comunicación móvil 30 reproduce sin que sea utilizada la información de posición suplementaria válida para el instante  $t_{a_n}$ . Esta posición puede ser determinada de modo que el microprocesador 38 determine de nuevo la información de posición asociada al primer instante solo en función de las informaciones relativas al movimiento determinadas entre los instantes  $t_{a_n}$  y  $t_{b_n}$ , es decir sin la información de posición suplementaria asignada al primer instante  $t_{a_n}$ . Tal determinación de la posición se lleva a cabo, por ejemplo, cuando un dispositivo de prueba del dispositivo de comunicación móvil 30 ha constatado que, aunque no ha llegado información de posición suplementaria asociada al primer instante  $t_{a_n}$  al dispositivo de comunicación móvil 30, el dispositivo de comunicación móvil 30 se ha movido entre el primer instante  $t_{a_n}$  y el segundo instante  $t_{b_n}$ , como se indica por la línea 60, y por

ejemplo en el instante  $tb_n$  no es suministrada información de posición  $B_{real}(tb_n)$  por el receptor GPS 34 o puede determinarse basándose en WLAN. La función del dispositivo de prueba puede a su vez ser ejercida por el dispositivo de control 38. Se puede ver una ventaja de este método en que, incluso si las informaciones de posición suplementarias asociadas al instante  $ta_n$  no han llegado al dispositivo de comunicación móvil 30, es posible una corrección, es decir un cálculo de la información de posición actual. Si también hubiera sido suministrada información de posición  $B_{real}(tb_n)$  por el receptor GPS 34 o hubiera sido determinada basada en WLAN, entonces  $B_{real}(tb_n)$  podría incluso usarse para el cálculo de  $B_0(tb_n)$ , con lo que la elipse de error mejora y la posición en la dirección  $B_{real}(tb_n)$  se desplazaría. La gráfica en la Figura 4 no contiene esto.

Cabe señalar que las coordenadas de posición y eventualmente su precisión se pueden determinar con mayor precisión, cuanto más precisas sean por ejemplo las informaciones relativas al movimiento determinadas por el sensor de movimiento 33 en comparación con las informaciones de posición determinadas por el receptor GPS 34 o basándose en WLAN, que son corregidas con las informaciones de posición suplementarias, y cuanto menos correlacionados estén los datos de movimiento registrados con las informaciones de posición. El dispositivo de control 38 puede utilizar este conocimiento para controlar adecuadamente los procesos para determinar la información de posición. También esta forma de proceder simplificada se puede mejorar aún más si solo se utilizan en tiempo real determinaciones de la posición proporcionadas por el receptor GPS 34 o basadas en WLAN entre el instante  $ta_n$  hasta  $tb_n$ , incluyendo este, en un ajuste para la determinación de la información de posición. Para ello son conocidos métodos de estimación.

También se debe tener en cuenta que, además de las coordenadas de posición del punto  $A_1(tb_n)$ , del punto  $B_0(tb_n)$  o del punto  $B_1(tb_n)$ , la precisión de las coordenadas de posición respectivas también se puede determinar mediante la propagación de errores de los errores de las variables de entrada, que son en particular las informaciones de posición suplementarias y la información de posición en el instante  $ta_n$ , así como los datos de movimiento determinados entre los instantes  $ta_n$  y  $tb_n$  en los cuales se calcula la magnitud objetivo corregida. Los errores en las variables de entrada son suministrados por los métodos de determinación y/o estimados previamente o, si es posible, también determinados por ejemplo en el proceso de estimación. Los métodos de propagación de errores y los métodos de estimación para determinar la posición teniendo en cuenta la precisión de las variables de entrada y la eliminación de valores de medición claramente falsos, los denominados valores atípicos, por el método de estimación y las pruebas de valores atípicos o el uso de métodos de estimación robustos son suficientemente conocidos para el experto en la técnica.

A continuación se explica otro escenario con referencia a la figura 5.

La Figura 4 está contenida en la Figura 5. Además se muestran los puntos  $A_2(tb_n)$ ,  $A'_2(tb_{n-1})$ ,  $A''_2(tb_{n-2})$  y  $B_2(tb_n)$ , cuyo significado se explica a continuación.

Se supone que ya en los instantes  $ta_{n-1}$  y  $ta_{n-2}$  que se sitúan temporalmente antes del instante  $ta_n$  han sido proporcionadas informaciones de posición suplementarias por el dispositivo de evaluación 20 y se han transmitido al dispositivo de comunicación móvil 30. Estas informaciones de posición suplementarias fueron recibidas por el dispositivo de comunicación móvil 30 aproximadamente en los instantes  $tb_{n-1}$  o  $tb_{n-2}$ , que se encuentran temporalmente antes del instante  $tb_n$ , y almacenadas en la memoria de datos 31 con los instantes asociados. Además se supone que el receptor GPS 34 ha determinado informaciones de posición en los instantes  $ta_{n-1}$  y  $ta_{n-2}$  o estas fueron determinadas con base en WLAN. Estas informaciones de posición fueron almacenadas junto con los instantes asignados en la memoria de datos 31. Además, se supone que, como ya se explicó con todo detalle anteriormente con respecto a la Figura 4, una información de posición válida para el instante  $ta_{n-1}$  en función de la información de posición asignada al primer instante  $ta_{n-1}$ , que ha sido proporcionada por el receptor GPS 34 o determinada en base a WLAN, y una información suplementaria de posición asociada al primer instante  $ta_{n-1}$  ha sido determinada de nuevo esencialmente en el instante  $tb_{n-1}$  para obtener una información de posición actual mejorada esencialmente en el instante  $tb_{n-1}$ . De forma análoga, una información de posición válida para el primer instante  $ta_{n-2}$  respectivo en función de la información de posición asociada al primer instante  $ta_{n-2}$  que ha sido proporcionada por el receptor GPS 34 o determinada en base a WLAN, y una información de posición suplementaria asociada al primer instante  $ta_{n-2}$  es determinada de nuevo esencialmente en el instante  $tb_{n-2}$ , para obtener una información de posición actual mejorada esencialmente en el instante  $tb_{n-2}$  válida para el instante  $ta_{n-2}$ . Los puntos  $A''_2(tb_{n-2})$  y  $A'_2(tb_{n-1})$  representados en la Figura 5 reproducen la posición mejorada del dispositivo de comunicación móvil 30 con respecto a los instantes  $ta_{n-1}$  o  $ta_{n-2}$ . Los cálculos de estos puntos  $A''_2(tb_{n-2})$  y  $A'_2(tb_{n-1})$  pueden ser mejorados adicionalmente mediante el uso de datos de movimiento y/o modelos de movimiento para el cambio de movimiento y/o mediante otras informaciones de posición proporcionadas solo por el receptor GPS 34 o determinadas con base en WLAN, que son válidas antes del instante  $ta_{n-1}$  hasta el instante  $ta_{n-2}$  o incluso antes, los datos correspondientes pueden haber sido almacenados en el momento de la captación o del cálculo. Tales mejoras pueden llevarse a cabo lo antes posible o, a más tardar, en el instante  $tb_{n-1}$ . Ahora se supone que, esencialmente en el instante actual  $tb_n$ , se dispone de otra información de posición suplementaria asociada al instante  $ta_n$  para el dispositivo de comunicación móvil 30. Además, en el instante  $ta_n$  fue determinada por el receptor GPS 34 o basada en WLAN una información de posición  $A_{real}(ta_n)$  con elipse de error  $E_1$ . Se supone además que el sensor de movimiento 33 ha detectado el movimiento del dispositivo de comunicación móvil 30 entre los instantes  $ta_{n-2}$  y  $tb_n$ . Los datos de movimiento correspondientes pueden estar almacenados en la memoria de datos 31.

Esencialmente en el instante  $tb_n$  el dispositivo de control 38 lee los datos necesarios de la memoria de datos 31 y, utilizando un algoritmo adecuado de un modelo matemático almacenado en la memoria de programa 32, determina de nuevo una información de posición asociada al primer instante  $ta_n$  en función de la información de posición asociada al primer instante, que ha sido proporcionada por el receptor GPS 34 o determinada en base a WLAN, y a partir de la información de posición suplementaria asociada al primer instante  $ta_n$ . En función de la información de posición determinada de nuevo para el instante  $ta_n$ , los datos de movimiento determinados entre el primer instante  $ta_{n-2}$  y el segundo instante  $tb_n$  y/o modelos de movimiento y/o modelos para cambiar el movimiento y/o en función de otras informaciones de posición proporcionada solo por el receptor GPS 34 o basadas en WLAN y las informaciones de posición mejoradas lo más posible en los instantes  $ta_{n-1}$  y  $ta_{n-2}$ , es determinada esencialmente en el instante  $tb_n$  una información de posición B2 ( $tb_n$ ) actual mejorada con respecto al punto  $A_{real}(ta_n)$  y su elipse de error E1, con elipse de error E8 del dispositivo de comunicación móvil 30 en tiempo real para el instante  $tb_n$ . El resultado de una aplicación a modo de ejemplo del algoritmo a las variables de entrada que son preferiblemente los datos de corrección y su precisión contenidos en la información de posición suplementaria, preferiblemente las coordenadas de posición contenidas en las informaciones de posición y su precisión en el instante  $ta_n$ , así como los datos de movimiento determinados entre el primer instante  $ta_n$  y el segundo instante  $tb_n$ , puede ser ilustrado con referencia a la Figura 5. Como resultado intermedio de este método, en el instante  $tb_n$  el punto A2( $tb_n$ ) con elipse de error E6 también se calcula como mejora del punto A1( $tb_n$ ) con elipse de error E3, siendo ambos puntos válidos para el instante  $ta_n$ .

Es importante señalar que la determinación de la posición del punto A2( $tb_n$ ) no se realiza hasta el instante  $tb_n$ , pero el punto A2( $tb_n$ ) únicamente representa la posición mejorada del dispositivo de comunicación móvil 30 en el instante  $ta_n$ . El punto A2( $tb_n$ ) se sitúa, por tanto, en el pasado. En torno al punto A2( $tb_n$ ) está dibujada una elipse de error calculada de nuevo a modo de ejemplo. Como se puede ver en la Figura 5 el método, que tiene en cuenta datos del pasado, suministra una posición más precisa A2( $tb_n$ ) que el método descrito con respecto a la Figura 4, que suministra la posición A1( $tb_n$ ).

Lo mismo se aplica de manera análoga a los puntos B2( $tb_n$ ) y B1( $tb_n$ ). La línea 80, que conecta el punto A2( $tb_n$ ) al punto B2( $tb_n$ ), describe a modo de ejemplo, el movimiento relativo del dispositivo de comunicación móvil 30 suavizado en el método de cálculo entre los instantes  $ta_n$  y  $tb_n$ . La flecha entre el punto B1( $tb_n$ ) y el punto B2( $tb_n$ ) muestra la mejora del método en comparación con el método que fue explicado anteriormente en relación con la Figura 4. La información de posición mejorada del punto B2( $tb_n$ ) puede a su vez estar almacenada en la memoria de datos 31 para estar disponible para que se realice de nuevo una determinación de posición posterior.

Es concebible así que sea proporcionada por el dispositivo de evaluación 20 una información de posición suplementaria, válida para al menos un primer instante posterior  $ta_{n+1}$  y que esencialmente en un segundo instante  $tb_{n+1}$  posterior esté a disposición la información de posición suplementaria del dispositivo de comunicación móvil 30. El receptor GPS 34 determina en el primer instante posterior  $ta_{n+1}$  una información de posición que define la posición del dispositivo de comunicación móvil en el instante  $ta_{n+1}$  o esta es determinada en base a WLAN. Entre los instantes  $ta_{n+1}$  y  $tb_{n+1}$  el sensor de movimiento 33 detecta el movimiento del dispositivo de comunicación móvil 30. Los datos de movimiento correspondientes o las informaciones relativas al movimiento pueden de nuevo ser almacenadas en la memoria de datos 31. Eventualmente, las informaciones de posición proporcionadas solo por el receptor GPS 34 entre los instantes  $ta_{n+1}$  y  $tb_{n+1}$  o determinadas con base en WLAN y los datos de movimiento obtenidos de los modelos de movimiento pueden ser almacenados en la memoria de datos 31 como otras informaciones relativas al movimiento.

Esencialmente en el instante  $tb_{n+1}$  el dispositivo de control 38 lee los datos necesarios de la memoria de datos 31 y, usando un algoritmo adecuado de un modelo matemático almacenado en la memoria de programa 32, determina de nuevo una información de posición válida para el instante  $ta_{n+1}$ , por ejemplo en función de la información de posición asociada al instante  $ta_{n+1}$  que ha sido proporcionada por el receptor GPS 34 o determinada sobre la base de WLAN, y de la información de posición suplementaria asociada al primer instante  $ta_{n+1}$ , y de los datos de movimiento entre los instantes  $ta_n$  y  $ta_{n+1}$ , y basándose en la información de posición determinada de nuevo para el instante  $ta_{n+1}$  y por ejemplo en función de las informaciones relativas al movimiento determinadas entre el primer instante  $ta_{n+1}$  y el segundo instante  $tb_{n+1}$ , y si existen, de las informaciones de posición mejoradas lo más posible en los instantes  $ta_{n-1}$  y  $ta_{n-2}$  y su referencia geométrica a la posición válida en el instante  $ta_n$  a través de los datos de movimiento correspondientes, esencialmente en el instante  $tb_{n+1}$ , determina una información de posición actual mejorada del dispositivo de comunicación móvil 30 en tiempo real válida para el instante  $tb_{n+1}$ . Los modelos matemáticos para ello son conocidos por el experto en la materia.

Este método puede usarse repetidamente en instantes posteriores  $tb_{n+k}$  para los períodos de  $ta_{n+k}$  a  $tb_{n+k}$  en los datos almacenados en la memoria de datos 31, estos son en particular, informaciones de posición ya mejoradas, informaciones de posición suplementarias y datos de movimiento y parámetros para la definición de los modelos de movimiento.

En este punto debe tenerse en cuenta que el término "instante" utilizado y los términos asociados  $ta_n$  y  $tb_n$  no deben entenderse como restrictivos, ni tampoco que el método descrito anteriormente solo puede llevarse a cabo en instantes discretos, como se muestra únicamente para simplificar en la representación en las Figuras 4 y 5. El método o el algoritmo también puede ser ejecutado continuamente por el dispositivo de comunicación móvil 30. Además, las informaciones de posición mejoradas se pueden calcular continuamente en tiempo real incluso en el caso de períodos

intermedios con huecos de datos parciales o completos, por ejemplo utilizando modelos de movimiento para el dispositivo de comunicación 30.

5 Ahora consideramos otro escenario en el que se utiliza un algoritmo de predicción para predecir informaciones de posición suplementarias con ayuda de interpolación o extrapolación. Los algoritmos de predicción pueden estar implementados en el dispositivo de comunicación móvil 30 o de forma conveniente en el dispositivo de evaluación 20 y ser usados para cerrar lagunas de datos.

10 Supongamos ahora que el dispositivo de evaluación 20 en un instante  $t_{a_n}$  no solo ha proporcionado una información de posición suplementaria asociada al primer instante  $t_{a_n}$ , sino que predice por ejemplo tres informaciones de posición suplementarias que son asociadas, respectivamente, a un tercer instante  $t_{a_{n+1}}$ ,  $t_{a_{n+2}}$  o  $t_{a_{n+3}}$ . Los instantes  $t_{a_{n+1}}$ ,  $t_{a_{n+2}}$  y  $t_{a_{n+3}}$  se encuentran antes de un segundo instante  $t_{b_n}$ , en el que la posición actual del dispositivo de comunicación móvil 30 debe determinarse de manera mejorada. Tanto la información de posición suplementaria asociada al primer instante  $t_{a_n}$ , como las tres informaciones de posición suplementarias predichas, son generadas por el dispositivo de evaluación 20 esencialmente en el instante  $t_{a_n}$  y luego son transmitidas al dispositivo de comunicación móvil 30 y están esencialmente disponibles allí para el dispositivo de comunicación móvil 30 en el instante  $t_{b_n}$ . Todas las informaciones de posición suplementarias pueden ser almacenadas en la memoria de datos 31 junto con los instantes asignados a ellos. Además, se supone que también las informaciones de posición determinadas por el receptor GPS 34 o basadas en WLAN en los instantes  $t_{a_{n+1}}$ ,  $t_{a_{n+2}}$  y  $t_{a_{n+3}}$  y los datos de movimiento determinados por el sensor de movimiento 33, que han sido registrados entre los instantes  $t_{a_n}$  y  $t_{b_n}$ , están almacenados en la memoria de datos 31. El microprocesador 38 está diseñado para ejecutar un programa almacenado en la memoria de programa 32 para corregir las informaciones de posición asociadas a los instantes  $t_{a_{n+1}}$ ,  $t_{a_{n+2}}$  y  $t_{a_{n+3}}$  por medio de las informaciones de posición suplementarias respectivas que están asociadas a los instantes  $t_{a_{n+1}}$ ,  $t_{a_{n+2}}$  y  $t_{a_{n+3}}$ . Posteriormente o al mismo tiempo, la información de posición asignada al primer instante  $t_{a_n}$  en función de las informaciones de posición corregidas asociadas a los instantes  $t_{a_{n+1}}$ ,  $t_{a_{n+2}}$  y  $t_{a_{n+3}}$ , de la información de posición suplementaria asociada al instante  $t_{a_n}$  y de los datos de movimiento y modelos de movimiento, si existen, es determinada de nuevo para obtener una posición actual mejorada en el instante  $t_{b_n}$  y válida para el instante  $t_{b_n}$ . Alternativamente o también a continuación o al mismo tiempo que en el método descrito anteriormente se procede con los valores intermedios de información de posición proporcionados solo por el receptor GPS 34 o determinados con base en WLAN, pudiéndose mejorar las informaciones de posición previamente mediante los valores de interpolación o extrapolación de las informaciones de posición suplementarias.

15 Aunque en relación con las figuras 4 y 5 solo se habló de las elipses de error como medidas de precisión bidimensionales, los métodos no se limitan a las variables de medición distribuidas normalmente y a los métodos de estimación correspondientes.

20 Algunos aspectos en resumen se ilustran de nuevo a continuación en relación con las figuras.

25 Para poder determinar la posición del dispositivo de comunicación móvil 30 de una manera mejorada, se llevan a cabo las siguientes etapas de método:

- 30 a) proporcionar una información relativa a la posición en al menos un primer dispositivo de comunicación móvil,
- 35 b) transmitir la información relativa a la posición desde el al menos un primer dispositivo de comunicación móvil a un dispositivo de evaluación,
- 40 c) determinar una información de posición suplementaria que esté asignada a un primer instante por el dispositivo de evaluación en función de la información relativa a la posición recibida,
- 45 d) proporcionar una información de posición asociada al primer instante en un segundo dispositivo de comunicación móvil,
- 50 e) transmitir la información de posición suplementaria asociada al primer instante desde el dispositivo de evaluación al segundo dispositivo de comunicación móvil,
- 55 f) determinar en el segundo dispositivo de comunicación móvil la integridad de la información de posición proporcionada en la etapa d) para el primer instante en función de la información de posición suplementaria y/o volver a determinar en el segundo dispositivo de comunicación móvil (30) una información de posición para el primer instante ( $t_{a_n}$ ) en función de la información de posición proporcionada en la etapa d) asociada al primer instante ( $t_{a_n}$ ) y de la información de posición suplementaria asociada al primer instante ( $t_{a_n}$ ).

60 Debe observarse que en cuanto a las informaciones de posición proporcionadas en la etapa d) se trata preferiblemente de informaciones de posición que pueden ser corregidas con la ayuda de informaciones de posición suplementarias que tienen el mismo instante de validez que las informaciones de posición respectivas.

65 La expresión de que la información de posición suplementaria y la información de posición están asignadas a un primer instante  $t_{a_n}$  significa preferiblemente que la información de posición suplementaria y la información de posición son válidas en el mismo primer instante  $t_{a_n}$ .

Las informaciones de posición suplementarias contienen preferiblemente datos de corrección asignados a determinados primeros instantes  $t_{a_n}$  y, eventualmente su precisión, así como eventualmente informaciones de

integridad a través del sistema de comunicación 10, 11 o 12, que pueden ser utilizados en particular para mejorar la determinación de la posición.

5 Cabe señalar que el primer dispositivo de comunicación móvil puede ser idéntico al segundo dispositivo de comunicación móvil. Sin embargo, el primer dispositivo de comunicación móvil y el segundo dispositivo de comunicación móvil también pueden designar dispositivos de comunicación diferentes, incluso dispositivos de comunicación de construcción diferente.

10 También pueden estar previstos grupos de dispositivos de comunicación móviles, de los cuales un grupo sirve para determinar informaciones relativas a la posición y transmitir las al dispositivo de evaluación 20 y otro grupo usa las informaciones de posición suplementarias proporcionadas por el dispositivo de evaluación 20 para una mejor determinación de la posición, pudiendo los grupos ser disjuntos o solaparse total o parcialmente.

15 La información relativa a la posición proporcionada en la etapa a) es, en particular, una información que puede ser determinada en función de una señal que puede ser recibida por el primer dispositivo de comunicación móvil. Esta puede ser, por ejemplo, una propiedad de señal tal como una intensidad de señal, una información contenida en la señal o una información que puede derivarse o calcularse a partir de información contenida en la señal.

20 La información relativa a la posición en particular también puede comprender una posición determinada para el primer dispositivo de comunicación móvil y eventualmente una precisión asignada a la posición determinada. Sin embargo, las informaciones relativas a la posición también puede ser datos de medición, en función de los cuales el dispositivo de evaluación realiza una determinación de una posición del primer dispositivo de comunicación móvil y, eventualmente de una precisión asignada. Sin embargo, una información relativa a la posición también puede ser, por ejemplo, una información de posición conocida previamente, por ejemplo la posición de un dispositivo de emisión fijo  
25 realizado para la comunicación de campo cercano, que es almacenada en el primer dispositivo de comunicación móvil.

La provisión de una información relativa a la posición en la etapa a) comprende ventajosamente una recepción de señales que pueden usarse para determinar la posición del primer dispositivo de comunicación móvil por el primer  
30 dispositivo de comunicación móvil, siendo estas en particular señales de un sistema de determinación de la posición, esto es, por ejemplo señales recibidas de un satélite GPS o una intensidad de señal recibida de un punto de acceso de un sistema de determinación de la posición basado en WLAN.

Además, la provisión de una información relativa a la posición en la etapa a) puede comprender ventajosamente recibir  
35 señales de otro primer dispositivo de comunicación móvil, pudiendo el primer dispositivo de comunicación móvil determinar a partir de las señales recibidas una distancia al otro primer dispositivo de comunicación móvil.

La provisión de una información relativa a la posición en la etapa a) puede comprender además ventajosamente  
40 determinar una información de posición mediante el primer dispositivo de comunicación móvil, así como eventualmente una precisión asignada a la información de posición, en particular en función de las señales recibidas de un sistema de determinación de la posición.

En una forma de realización ventajosa del método puede estar previsto además que la etapa a) comprenda transmitir  
45 una señal desde un dispositivo de emisión de corto alcance al primer dispositivo de comunicación móvil, en particular por medio de comunicación de campo cercano, de modo que en el primer dispositivo de comunicación móvil se proporcione una información de posición asignada al dispositivo de emisión, pudiéndose enviar la información de posición asignada al dispositivo de emisión en particular en la señal del dispositivo de emisión.

El método comprende además ventajosamente proporcionar, en el primer dispositivo de comunicación móvil,  
50 informaciones relativas al movimiento, describiendo las informaciones relativas al movimiento el movimiento del primer dispositivo de comunicación móvil al menos por secciones después del instante en el que se recibe una señal del dispositivo de emisión de corto alcance, y en particular hasta el primer instante ( $t_{a_n}$ ).

En otra realización ventajosa del método puede estar previsto que los grados de libertad del movimiento del primer  
55 dispositivo de comunicación móvil estén restringidos de una manera predeterminada, teniéndose en cuenta los grados de libertad restringidos en la determinación de las informaciones de posición suplementarias.

De forma especialmente ventajosa en la etapa c) el dispositivo de evaluación 20 realiza un cálculo de ajuste, en  
60 particular en función de las informaciones relativas a la posición que el dispositivo de evaluación 20 ha recibido de una pluralidad de primeros dispositivos de comunicación móviles 30. Es particularmente ventajoso usar tal número de primeros dispositivos de comunicación móviles 30, que estos se controlen geoméricamente entre sí lo suficiente, ya sea directa o indirectamente.

Un cálculo de ajuste es un método matemático de optimización para estimar parámetros desconocidos para una serie  
65 de datos de medición, en el que típicamente existe una sobredeterminación que permite la mejor adaptación posible a un modelo o a una función, por ejemplo, utilizando el método de los mínimos cuadrados.

Preferiblemente, la información de posición suplementaria recibida en el segundo dispositivo de comunicación móvil por el dispositivo de evaluación, asignada al primer instante  $t_{a_n}$ , solo es utilizada por el segundo dispositivo de comunicación móvil para determinar la posición del segundo dispositivo de comunicación móvil en un segundo instante  $t_{b_n}$  posterior al primer instante como válida para la posición en el instante  $t_{b_n}$ , cuando la información de posición suplementaria se reconoce o se supone que es suficientemente constante en el período entre el primer instante  $t_{a_n}$  y el segundo instante  $t_{b_n}$ .

Para mejorar la determinación de la posición actual de un dispositivo de comunicación móvil 30 en tiempo real, el método también prevé ventajosamente las siguientes etapas de método:

- proporcionar, en el segundo dispositivo de comunicación móvil, informaciones relativas al movimiento, describiendo las informaciones relativas al movimiento del segundo dispositivo de comunicación móvil al menos por secciones entre el primer instante  $t_{a_n}$  y un segundo instante  $t_{b_n}$ , siendo el primer instante  $t_{a_n}$  anterior al segundo instante  $t_{b_n}$ , y
- determinar en el segundo dispositivo de comunicación móvil 30 una información de posición actual mejorada del segundo dispositivo de comunicación móvil 30 para el segundo instante  $t_{b_n}$  en función de la información de posición determinada de nuevo para el primer instante  $t_{a_n}$  y las informaciones relativas al movimiento proporcionadas.

Cabe señalar que el índice "n" puede definir un número mayor o igual a 1 que designa un enésimo primer instante y un enésimo segundo instante. En este sentido, el índice "n" indica que un primer instante  $t_{a_n}$  y un segundo instante  $t_{b_n}$  respectivo definen los límites de tiempo de un intervalo de procesamiento o cálculo enésimo.

Además se proporciona un dispositivo de comunicación móvil 30 para proporcionar informaciones relativas a la posición que puede usarse para determinar informaciones de posición suplementarias mediante un dispositivo de evaluación. El dispositivo de comunicación móvil 30 presenta un dispositivo de recepción 34 o 37 que está realizado para recibir señales de posición desde un componente 40 o 50 de un sistema de navegación para poder determinar informaciones de posición que definen la posición del dispositivo de comunicación móvil 30 para un primer instante  $t_{a_n}$ , en el que el dispositivo de comunicación móvil 30 está realizado además para proporcionar al menos una información relativa a la posición y para transmitirla a un dispositivo de evaluación 20, comprendiendo la información relativa a la posición en particular informaciones contenidas en señales de posición recibidas y/o una información de posición determinada.

El dispositivo de comunicación móvil 30 comprende ventajosamente un dispositivo de detección de movimiento 33 para proporcionar informaciones relativas al movimiento que describen el movimiento del dispositivo de comunicación móvil 30 al menos por secciones entre un primer instante  $t_{a_n}$  y un segundo instante  $t_{b_n}$ , comprendiendo la información relativa a la posición informaciones relativas al movimiento.

Las informaciones relativas al movimiento pueden contener, por ejemplo, informaciones y/o datos de movimiento proporcionados de forma continua o con huecos de un modelo de movimiento para describir movimientos plausibles y/o variaciones de movimiento.

En el caso de una provisión de datos de movimiento con huecos, los modelos de movimiento correspondientes pueden cerrar estos huecos. Si existen huecos en los datos de movimiento, entonces las informaciones relativas al movimiento pueden contener además de los datos de movimiento que presentan huecos, también los datos que cierran los huecos, suministrados por un modelo de movimiento y/o pueden calcularse en el proceso de evaluación. Un modelo de movimiento sencillo podría prever que el último vector de velocidad se mantenga durante un hueco, es decir en ausencia de datos de movimiento. Modelos de movimiento complicados usan por ejemplo extrapolaciones de velocidades. Modelos de movimiento adecuados también pueden ser implementados utilizando un filtro Kalman.

Las informaciones relativas al movimiento describen preferiblemente un movimiento de translación del dispositivo de comunicación móvil 30.

En una forma de realización particularmente ventajosa, el dispositivo de comunicación móvil 30 está realizado para determinar una información de distancia relativa a la distancia entre el dispositivo de comunicación móvil 30 y al menos otro dispositivo de comunicación móvil 30, comprendiendo la información relativa a la posición la información de distancia.

En otra forma de realización ventajosa el dispositivo de comunicación móvil 30 está diseñado para recibir informaciones de posición suplementarias proporcionadas por el dispositivo de evaluación 20, que están asociadas al primer instante  $t_{a_n}$ , siendo el primer instante  $t_{a_n}$  anterior al segundo instante  $t_{b_n}$ , comprendiendo el dispositivo de comunicación móvil 30 un dispositivo de control 38, que está realizado para volver a determinar una información de posición para el primer instante  $t_{a_n}$  en función de la información de posición asociada al primer instante  $t_{a_n}$  e informaciones de posición suplementarias asociadas al primer instante  $t_{a_n}$ , y que en particular está configurado además para determinar una información de posición actual mejorada para el segundo instante  $t_{b_n}$  en función de

la información de posición determinada de nuevo para el primer instante  $ta_n$  y de las informaciones relativas al movimiento proporcionadas por el dispositivo de detección de movimiento 33.

5 Además es proporcionado un dispositivo de evaluación 20 para determinar y proporcionar informaciones de posición suplementarias, que está realizado para recibir informaciones relativas a la posición de al menos un primer dispositivo de comunicación móvil 30, determinar una información de posición suplementaria en función de las informaciones relativas a la posición recibidas que están asignadas a un primer instante  $ta_n$ , y para transmitir la información de posición suplementaria a un segundo dispositivo de comunicación móvil 30, comprendiendo la información de posición suplementaria en particular datos de corrección asociados al primer instante  $ta_n$  para la determinación de la posición mejorada y/o informaciones de integridad asignadas al primer instante.

10 De forma especialmente ventajosa el dispositivo de evaluación 20 está diseñado para realizar la determinación de la información de posición suplementaria mediante la ejecución de un cálculo de ajuste, en particular en función de informaciones relativas a la posición que el dispositivo de evaluación 20 ha recibido de una pluralidad de dispositivos de comunicación móviles 30.

20 Se puede considerar una ventaja particular el hecho de que informaciones de posición suplementarias no se obtienen por medio de dispositivos de comunicación estáticos en posiciones conocidas y medidas previamente con alta precisión, como es habitual en el estado de la técnica, por ejemplo en GNSS SBAS. Aplicado durante un período de tiempo más largo, es decir, cuando las etapas de método a) - c) descritas anteriormente se ejecutan repetidamente, el método puede arrancar inicialmente sin la presencia de valores de corrección y mejorar la calidad de los valores de corrección a lo largo del tiempo, sin tener que realizar mediciones especiales y sin que tengan que existir sistemas de medición a monitorizar. El sistema completo puede así autocalibrarse.

## REIVINDICACIONES

1. Método para mejorar la determinación de la posición de un dispositivo de comunicación móvil, con las siguientes etapas de método:

- 5
- a) proporcionar una información relativa a la posición en una pluralidad de primeros dispositivos de comunicación móviles (30), presentando los primeros dispositivos de comunicación móviles, respectivamente, un dispositivo de recepción (34, 37) que está realizado para recibir señales de posición desde un componente (40, 50) de un sistema de navegación,
- 10
- b) transmitir la información relativa a la posición desde la pluralidad de primeros dispositivos de comunicación móviles a un dispositivo de evaluación (20),
- c) determinar informaciones de posición suplementarias en forma de informaciones de integridad y/o datos de corrección, que están asignados a un primer instante, por el dispositivo de evaluación en función de la información relativa a la posición recibida, de modo que el dispositivo de evaluación realiza un cálculo de ajuste en función de informaciones relativas a la posición que el dispositivo de evaluación ha recibido de la pluralidad de primeros dispositivos de comunicación móviles,
- 15
- d) proporcionar una información de posición asociada al primer instante en un segundo dispositivo de comunicación móvil (30), siendo los primeros dispositivos de comunicación móviles y el segundo dispositivo de comunicación móvil dispositivos diferentes,
- 20
- e) transmisión de las informaciones de posición suplementarias asociadas al primer instante desde el dispositivo de evaluación al segundo dispositivo de comunicación móvil,
- f) determinar en el segundo dispositivo de comunicación móvil la integridad de la información de posición proporcionada en la etapa d) para el primer instante en función de la información de posición suplementaria y/o volver a determinar en el segundo dispositivo de comunicación móvil (30) una información de posición para el primer instante ( $ta_n$ ) en función de la información de posición proporcionada en la etapa d) asociada al primer instante ( $ta_n$ ) y la información de posición suplementaria asociada al primer instante ( $ta_n$ ).
- 25

2. Método según la reivindicación 1, en el que la etapa a) comprende una recepción de señales utilizables para la determinación de la posición del primer dispositivo de comunicación móvil por el primer dispositivo de comunicación móvil.

30

3. Método según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la etapa a) comprende una recepción de señales de otro primer dispositivo de comunicación móvil, en el que el primer dispositivo de comunicación móvil puede determinar una distancia al otro primer dispositivo de comunicación móvil a partir de las señales recibidas.

35

4. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa a) comprende determinar una información de posición por el primer dispositivo de comunicación móvil, así como eventualmente una precisión asociada a la información de posición.

40

5. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa a) comprende transmitir una señal desde un dispositivo de emisión de corto alcance al primer dispositivo de comunicación móvil, en particular por medio de comunicación de campo cercano, y en el que en el primer dispositivo de comunicación móvil es proporcionada una información de posición asignada al dispositivo de emisión.

45

6. Método según la reivindicación 5, que comprende proporcionar en el primer dispositivo de comunicación móvil, informaciones relativas al movimiento, describiendo las informaciones relativas al movimiento, el movimiento del primer dispositivo de comunicación móvil al menos por secciones después del instante de la recepción de una señal desde el dispositivo de emisión de corto alcance, y en particular hasta el primer instante ( $ta_n$ ).

50

7. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los grados de libertad del movimiento del primer dispositivo de comunicación móvil están limitados de manera predeterminada, y en el que los grados de libertad limitados se tienen en cuenta en la determinación de informaciones de posición suplementarias.

55

8. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la información de posición suplementaria asignada al primer instante ( $ta_n$ ), recibida en el segundo dispositivo de comunicación móvil desde el dispositivo de evaluación, es usada por el segundo dispositivo de comunicación móvil para determinar la posición del segundo dispositivo de comunicación móvil en un segundo instante ( $tb_n$ ), que es posterior al primer instante, como válida para la posición en el instante ( $tb_n$ ), solo si la información de posición suplementaria es reconocida o aceptada como suficientemente constante en el período de tiempo comprendido entre el primer instante ( $ta_n$ ) y el segundo instante ( $tb_n$ ).

60

9. Método según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende

65

- proporcionar en el segundo dispositivo de comunicación móvil informaciones relativas al movimiento, describiendo las informaciones relativas al movimiento el movimiento del segundo dispositivo de comunicación móvil al menos por secciones entre el primer instante ( $ta_n$ ) y un segundo instante ( $tb_n$ ), situándose el primer instante ( $ta_n$ ) antes del segundo instante ( $tb_n$ ), y

- determinar en el segundo dispositivo de comunicación móvil (30) una información de posición actual mejorada del segundo dispositivo de comunicación móvil (30) para el segundo instante ( $t_{b_n}$ ) en función de la información de posición determinada de nuevo para el primer instante ( $t_{a_n}$ ) y las informaciones relativas al movimiento proporcionadas.

5  
10  
15

10. Dispositivo de evaluación (20) para determinar y proporcionar informaciones de posición suplementarias, diseñado para recibir informaciones relativas a la posición de una pluralidad de primeros dispositivos de comunicación móviles (30), determinar en función de las informaciones relativas la posición recibidas una información de posición suplementaria que está asignada a un primer instante ( $t_{a_n}$ ), y transmitir la información de posición suplementaria a un segundo dispositivo de comunicación móvil (30), siendo los primeros dispositivos de comunicación móviles y el segundo dispositivo de comunicación móvil dispositivos diferentes, comprendiendo la información de posición suplementaria datos de corrección asignados al primer instante ( $t_{a_n}$ ) para mejorar la determinación de la posición y/o informaciones de integridad asignadas al primer instante, y en el que el dispositivo de evaluación (20) está diseñado para determinar la información de posición suplementaria realizando un cálculo de ajuste en función de las informaciones relativas a la posición que el dispositivo de evaluación (20) ha recibido de la pluralidad primeros dispositivos de comunicación móviles (30).

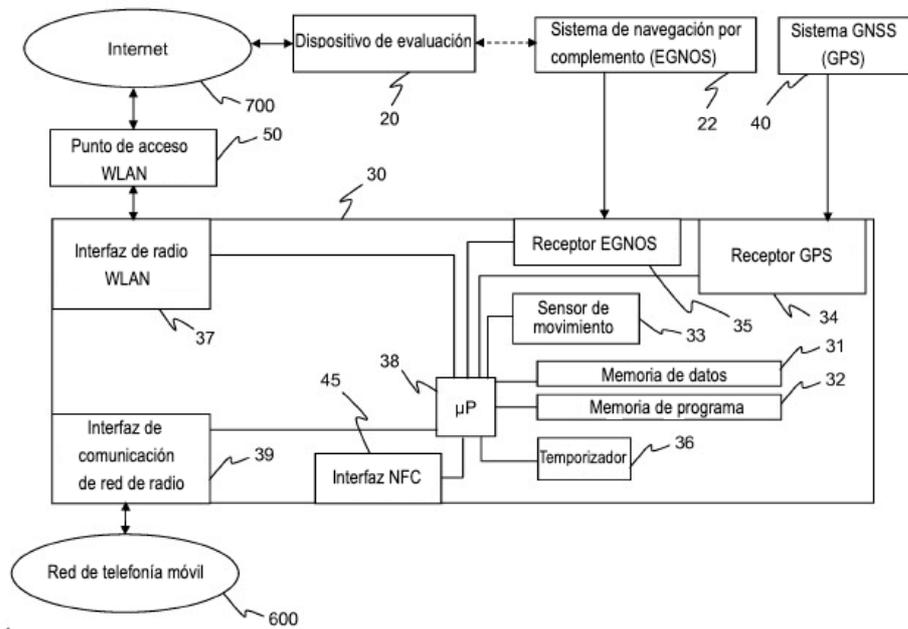


Fig. 1

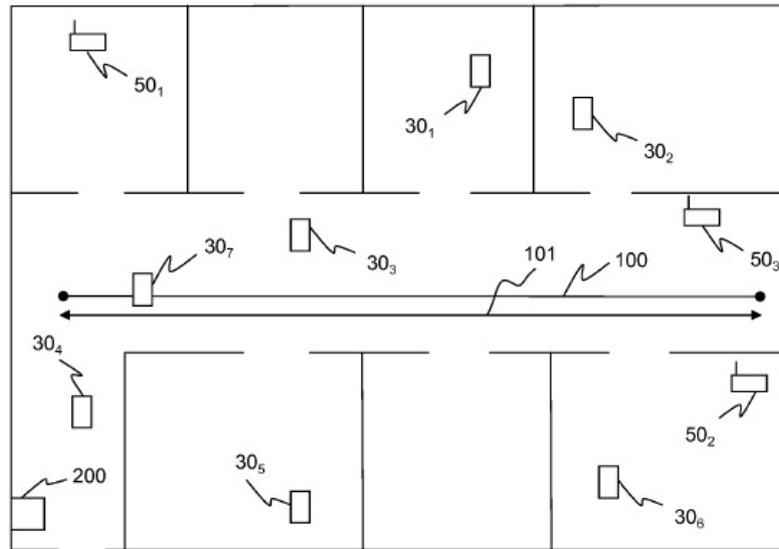


Fig. 2

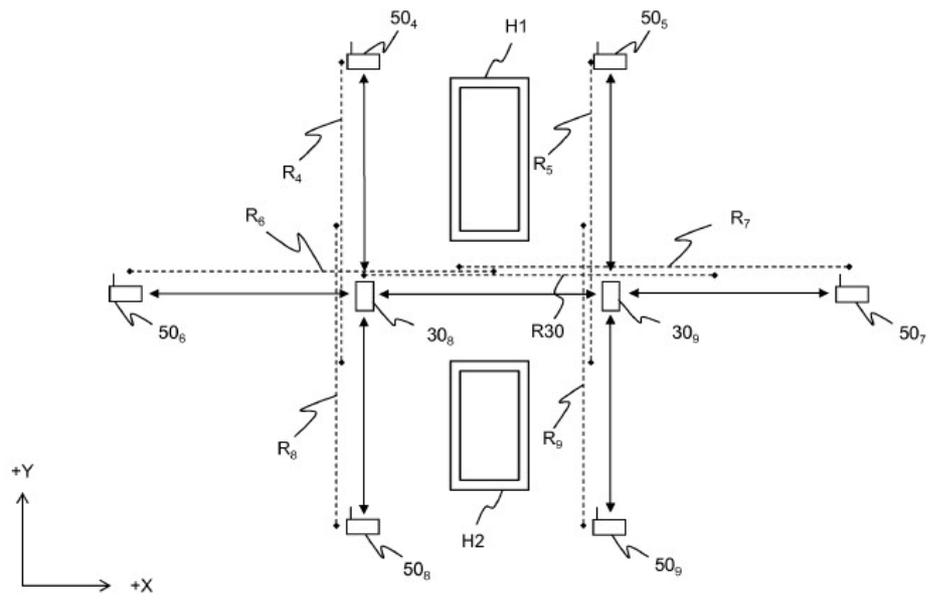


Fig. 3

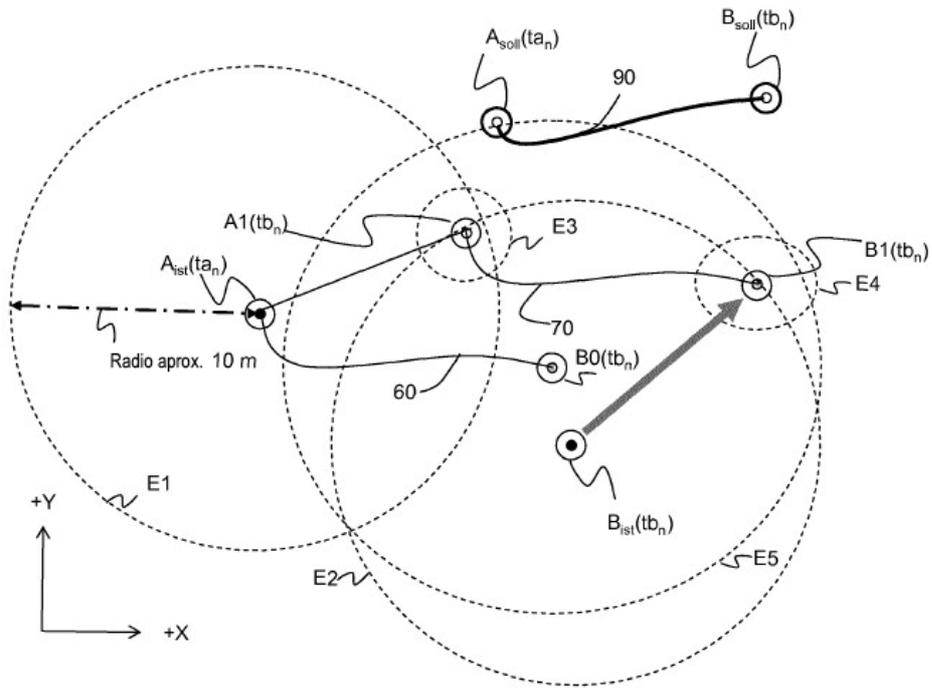


Fig. 4

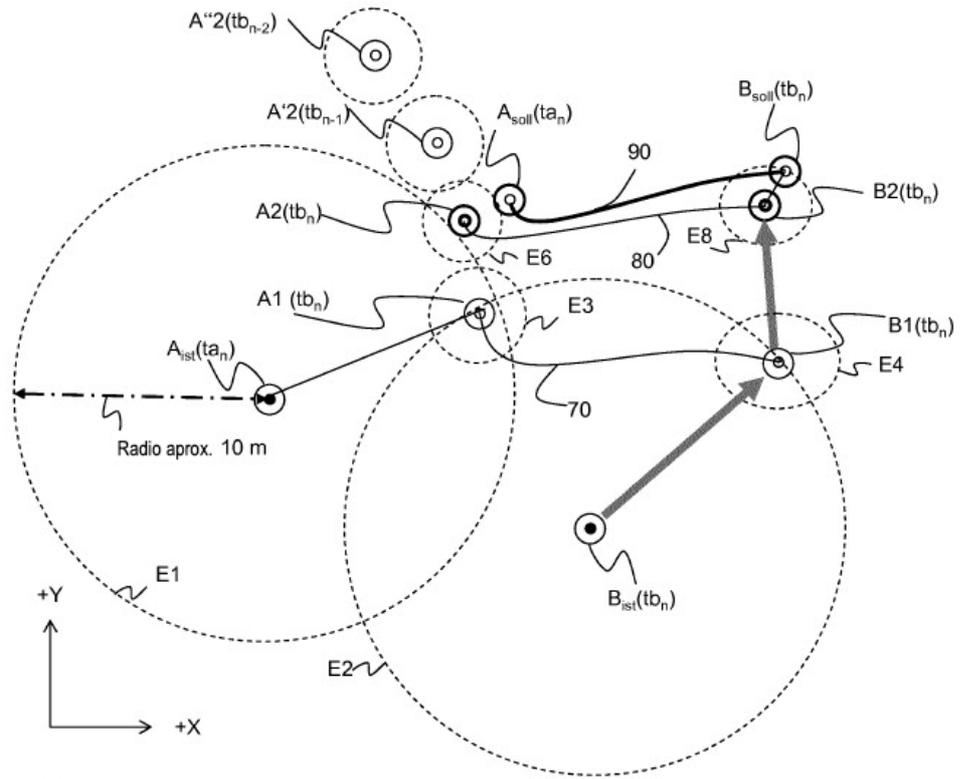


Fig. 5