

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 703**

51 Int. Cl.:

**G01S 5/06** (2006.01)

**A63B 71/06** (2006.01)

**A63B 24/00** (2006.01)

**G01S 13/87** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2013 E 13156961 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2772772**

54 Título: **Aparato, procedimiento y programa informático para proporcionar una frontera virtual**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.06.2017**

73 Titular/es:  
**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR  
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN  
FORSCHUNG E.V. (100.0%)  
Hansastrasse 27c  
80686 München, DE**

72 Inventor/es:  
**OTTO, STEPHAN;  
EDELHÄUSSER, THORSTEN;  
WITT, NICOLAS;  
VÖLKER, MATTHIAS;  
VOLL, DAVID y  
MUTSCHLER, CHRISTOPHER**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 620 703 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**

Aparato, procedimiento y programa informático para proporcionar una frontera virtual

5 La presente divulgación se refiere al campo de los sistemas de localización geográfica y, más en particular, a sistemas de localización en tiempo real (RTLS) usados para identificar y rastrear automáticamente la ubicación de objetos o personas en tiempo real en un área delimitada bajo observación.

10 Las redes de sensores tales como, por ejemplo, redes de sensores inalámbricos, tienen múltiples posibilidades de aplicación. Por ejemplo, redes de sensores inalámbricos de varias tecnologías pueden usarse con fines de localización, por ejemplo para localizar personas y/u otros objetos. En este caso, "localización" significa la detección o determinación de una ubicación o posición geográfica. Algunos sistemas especializados de localización o de rastreo de la posición (RTLS) pueden usarse para localizar atletas u otros objetos (por ejemplo, una pelota/un balón) en eventos deportivos tales como, por ejemplo, fútbol, fútbol americano, rugby, tenis, etc. Ejemplos de un sistema de localización de este tipo se dan a conocer en el documento EP 1 666 916 A2 o en el US 2005/0143199 A1.

15 Utilizando los datos de posicionamiento o de ubicación geográfica recopilados de jugadores y/o de una pelota/un balón, es posible realizar mediciones y/u obtener información estadística relacionada con todo el evento deportivo, por ejemplo un partido de fútbol, o relacionada con equipos o jugadores individuales. Tal información estadística obtenida puede ser de interés por varios motivos. Por un lado existen intereses comerciales, ya que ciertas estadísticas y su análisis pueden ser de particular importancia para los espectadores de un estadio y/o que están viendo la televisión en sus hogares. Por tanto, proporcionar ciertas estadísticas puede hacer que aumente el interés en los eventos deportivos. Por otro lado, los datos estadísticos obtenidos de los datos de posicionamiento pueden usarse también en los entrenamientos. En este caso, puede analizarse un oponente y/o el comportamiento del propio equipo, así como el rendimiento y/o el estado físico de jugadores individuales.

20 Por tanto, es deseable mejorar más la flexibilidad en la provisión de mediciones y/o de información estadística basadas en los sistemas de localización.

30 Según un primer aspecto, algunos ejemplos de la presente divulgación proporcionan un aparato que comprende una interfaz referente a un sistema de localización geográfica (o sistema de localización), donde la interfaz está configurada para recibir información de ubicación que indica la ubicación geográfica de un objeto rastreado o de una etiqueta de posición acoplada al mismo. Además, el aparato comprende un procesador que está configurado para determinar, según una comparación de la información de ubicación con información predeterminada que indica una frontera, línea o barrera, si al menos una parte del objeto ha cruzado o ha pasado la frontera o línea.

35 Dicho de otro modo, algunos ejemplos proporcionan un aparato que puede actuar de manera similar a una barrera luminosa convencional. Sin embargo, en los ejemplos, la detección de si el objeto rastreado de interés ha cruzado la línea o barrera (imaginaria) no está basada en la detección de la presencia o ausencia del objeto cerca de la línea usando un transmisor de luz, sino que está basada en la comparación entre la información de ubicación geográfica del objeto rastreado (o de su marcador de posición acoplado) y la información de ubicación geográfica que define la frontera, línea o barrera (imaginaria). Es decir, los ejemplos pueden proporcionar una barrera luminosa virtual basada en información proporcionada por un sistema de localización.

45 En algunos ejemplos, el aparato, que puede comprender uno o más dispositivos informáticos (procesadores), puede estar acoplado directa o indirectamente al sistema de localización subyacente a través de su interfaz, que puede ser una interfaz cableada o inalámbrica según diferentes ejemplos y/o dependiendo de la tecnología subyacente del sistema de localización. Por tanto, el aparato puede ser una parte del sistema de localización o puede ser un dispositivo externo. Un ejemplo de una interfaz inalámbrica es una interfaz de radio. En caso de que el sistema de localización no comprenda un procesador de ubicación específico para determinar datos de ubicación geográfica correspondientes al objeto rastreado, la interfaz del aparato puede comprender un receptor que está configurado para recibir la información de ubicación en forma de señales de onda emitidas desde el objeto rastreado, que puede estar ubicado en una posición remota con respecto al aparato. De este modo, las señales de onda pueden ser señales de radiofrecuencia (RF), señales de onda ópticas o señales de onda acústicas.

50 Es decir, en los ejemplos, la ubicación del objeto rastreado y de un procesador de ubicación para determinar los datos de ubicación geográfica correspondientes, por ejemplo en forma de coordenadas, serán normalmente diferentes entre sí. Además, la ubicación geográfica del objeto rastreado puede determinarse según una evaluación de una o más señales de onda recibidas desde el objeto rastreado a través de puntos de referencia fijos o receptores (por ejemplo, receptores de RF, receptores ópticos, receptores acústicos, etc.) colocados alrededor de un área bajo observación. Por tanto, el sistema de localización geográfica puede comprender una pluralidad de receptores que rodean un área bajo observación, donde el uno o más receptores están configurados para recibir una señal de ubicación emitida por el objeto o la etiqueta de posición, y donde la línea (imaginaria) está situada dentro del área bajo observación rodeada por la pluralidad de receptores.

65

En algunos ejemplos, el sistema de localización puede ser un sistema de localización en tiempo real (RTLS) terrestre que puede estar basado en varias tecnologías de capa física subyacentes. Un RTLS puede usarse para identificar y rastrear automáticamente la ubicación de objetos o de personas en tiempo real, por ejemplo dentro de un edificio u otra área delimitada de interés. Etiquetas RTLS inalámbricas (marcadores de posición) pueden estar acopladas a objetos o ser llevadas por las personas y, en la mayoría de los RLTS, puntos de referencia fijos, tales como varios tipos de receptores, reciben señales inalámbricas procedentes de la etiquetas para determinar su ubicación. La capa física de tecnología RTLS puede ser habitualmente alguna forma de comunicación de radiofrecuencia (RF), pero algunos sistemas pueden usar también tecnología óptica (por ejemplo, cámaras infrarrojas o cámaras TOF (tiempo de vuelo)) o acústica (por ejemplo, ultrasonidos) en lugar o además de RF.

Una longitud de onda de las ondas o señales de localización usadas puede estar adaptada para satisfacer ciertos requisitos de precisión en la resolución. En algunos ejemplos, el RTLS está configurado para proporcionar una precisión en centímetros de la ubicación de los objetos rastreados, por ejemplo con un margen de error de hasta 20 cm, más preferiblemente de hasta 10 cm. Por tanto, el sistema de localización geográfica puede estar configurado para determinar la ubicación geográfica de un objeto rastreado o de una etiqueta de posición con una precisión que tiene un margen de error inferior a 20 cm. Las etiquetas de posición (marcadores de posición) y los puntos de referencia fijos pueden ser transmisores, receptores o ambos, lo que da como resultado numerosas combinaciones de tecnología posibles. Es decir, en varios ejemplos, el sistema de localización puede ser un sistema de localización en tiempo real basado en una localización basada en comunicación de radiofrecuencia, o basada en una localización óptica o acústica de una etiqueta o marcador de posición acoplado al objeto de interés en un área bajo observación, que puede tener una geometría arbitraria. Por tanto, en los ejemplos, la ubicación geográfica del objeto puede determinarse en función de señales de onda emitidas o reflejadas desde el propio objeto o desde los marcadores de posición acoplados al mismo. En algunos ejemplos, las señales de onda pueden ser señales de onda electromagnéticas o señales de onda acústicas.

En el contexto de varios ejemplos, un sistema de localización en tiempo real puede entenderse como un sistema de hardware y/o de software sujeto a una "restricción en tiempo real", por ejemplo un periodo de tiempo límite del evento con respecto a la respuesta del sistema. Los sistemas en tiempo real pueden garantizar respuestas dentro de restricciones de tiempo estrictas. Según los ejemplos, puede entenderse que los tiempos de respuesta en tiempo real están en el orden de milisegundos y, más preferiblemente, incluso en el orden de microsegundos. Una localización en tiempo real puede ser beneficiosa con respecto a la observación de eventos en directo (por ejemplo, eventos deportivos en directo).

En algunos ejemplos, la información de ubicación puede determinarse según la evaluación de señales de radio inalámbricas y/o campos magnéticos emitidos desde el uno o más objetos rastreados. Con este fin, los transmisores y/o receptores, generalmente denominados también etiquetas de posición, sensores o marcadores, pueden estar colocados en los objetos individuales (por ejemplo, atletas, equipamiento deportivo, vehículos, etc.) para que sean localizados por el sistema de localización. Dispositivos de recepción y/o de transmisión correspondientes también pueden estar montados en ubicaciones predeterminadas alrededor de un área geográfica de interés, es decir, el área bajo observación, tal como, por ejemplo, un campo de fútbol o un área de entrenamiento. Una evaluación de las intensidades de señal, de los tiempos de propagación de las señales y/o de las fases de señal, por mencionar solamente algunas alternativas técnicas posibles, puede dar lugar por tanto a flujos de datos de ubicación que indican la posición geográfica de objetos rastreados individuales en diferentes instantes de tiempo. Normalmente, una muestra de datos de ubicación geográfica puede estar asociada a una indicación de tiempo que indica el momento en que se localizó un objeto en una posición geográfica determinada. Estos datos cinemáticos de información combinada, como la rapidez (velocidad), aceleración, etc., también pueden proporcionarse junto con los datos de ubicación, que comprenden, por ejemplo, coordenadas espaciales 'x', 'y' y 'z'.

Es decir, en ejemplos en los que tal información de ubicación se ha determinado de antemano, la interfaz del aparato puede estar configurada para recibir, como información de ubicación, un flujo de tuplas de coordenadas espaciales correspondientes a la ubicación del objeto, donde una tupla de coordenadas espaciales puede tener asociada a la misma una indicación de tiempo que indica el tiempo de medición de la tupla de coordenadas espaciales, y donde el procesador puede estar configurado además para determinar, basándose en la indicación de tiempo, cuándo al menos parte del objeto de interés ha cruzado la frontera o línea (virtual). Como se ha explicado anteriormente, en otros ejemplos el procesador del aparato también puede hacerse funcionar para determinar dichas tuplas de coordenadas espaciales en función de ciertas propiedades de señales de radio inalámbricas recibidas, por ejemplo. En caso de que las coordenadas espaciales comprendan además datos que indican la altura del objeto o la altura de su marcador, dicha altura también puede tenerse en cuenta cuando el objeto cruce la frontera o línea.

En un ejemplo particular de un sistema de localización inalámbrico, las personas u objetos pueden estar equipados con pequeños transmisores (es decir, etiquetas de posición), que pueden estar integradas en el calzado, uniformes y pelotas/balones, y cuyas señales únicas son captadas por una pluralidad de antenas colocadas alrededor del área bajo observación. Las unidades de recepción pueden procesar las señales recopiladas y determinar sus valores de tiempo de llegada (ToA). En base a un cálculo de las diferencias en el retardo de propagación, cada posición del transmisor puede determinarse entonces constantemente. Además, una red informática acoplada a o integrada en el sistema de localización inalámbrico puede analizar los datos de posición para detectar eventos específicos, tal como

el cruce de la línea o frontera predefinidas. Funcionando en la banda de 2,4 o 5 GHz, el sistema de localización puede utilizarse de manera global sin licencias. Por tanto, en algunos ejemplos, el sistema de localización puede comprender uno o más radiotransmisores como etiquetas de posición acopladas al objeto, una o más antenas colocadas alrededor de un área bajo observación para recibir señales de radio desde el uno o más radiotransmisores, y un procesador de ubicación configurado para determinar la información de ubicación en función de las señales de radio recibidas y configurado para proporcionarla a la interfaz del aparato.

En algunos ejemplos, la información predeterminada que indica la frontera puede indicar al menos una ubicación geográfica y/o un radio que define la frontera como una superficie curva dentro del área bajo observación. Por ejemplo, la al menos una ubicación geográfica puede ser el centro de una superficie fronteriza esférica virtual. En algunos ejemplos, la información predeterminada que indica la frontera o línea puede indicar al menos una ubicación geográfica y/o una dirección espacial que define la frontera, línea o barrera como una línea recta dentro del área bajo observación. Es decir, la posición geográfica de la línea en el área bajo observación puede definirse mediante al menos un punto dentro del área bajo observación junto con una dirección u orientación espacial. Además, la línea o barrera (imaginaria) puede definirse también mediante dos o más puntos en dicha línea. Por ejemplo, la línea (imaginaria) puede ser una frontera de una determinada área geográfica bidimensional o tridimensional, tal como un campo de fútbol en algunos ejemplos. Por tanto, en un ejemplo de este tipo, la línea podría definirse mediante ubicaciones geográficas correspondientes a dos puntos de esquina del campo de fútbol. En tal caso, la línea puede ser fija o estacionaria y la información predeterminada que indica la línea puede almacenarse previamente en una base de datos electrónica de ubicaciones asociada al aparato, por ejemplo. Por tanto, la información predeterminada puede ser información fija correspondiente a una línea fija o estacionaria.

Sin embargo, algunos ejemplos permiten además una mayor flexibilidad con respecto a la posición y/u orientación de la frontera o línea (imaginaria), ya que la información predeterminada que indica la línea puede ser variable. Por ejemplo, la frontera con la que va a compararse la posición del objeto rastreado también puede moverse o modificarse. Por ejemplo, en algunos ejemplos, la al menos una ubicación geográfica que define la línea o frontera (imaginaria) puede corresponder a una ubicación geográfica de al menos un objeto móvil que define una frontera o línea (por ejemplo, un cono de tráfico) también rastreado por el sistema de localización geográfica. Es decir, uno o más sensores o marcadores de localización pueden estar acoplados a uno o más objetos rastreables, de manera que las posiciones rastreadas de esos marcadores definen la posición geográfica y/o la orientación de la línea en el área bajo observación. De este modo, una frontera (imaginaria) de interés con la que comparar la posición de un objeto rastreado puede desplazarse o modificarse fácilmente dentro del área bajo observación prescindiendo de instalaciones (o desinstalaciones) mecánicas engorrosas. A los expertos en la técnica les resultará evidente que los ejemplos también permiten la definición y la modificación de un área arbitraria y sus líneas fronterizas, de modo que la entrada o la salida de dicha área pueden detectarse mediante implementaciones de ejemplo. Dicho de otro modo, la línea correspondiente a la barrera luminosa virtual puede moverse, permitiendo escenarios de medición incluso complejos.

Según algunos ejemplos, el objeto rastreado puede tener asociado al mismo una primera y una segunda etiqueta de posición, y el procesador puede estar configurado para determinar si el objeto ha cruzado la frontera basándose en ubicaciones geográficas de la primera y segunda etiquetas (marcadores) de posición. Además del hecho de que pueden proporcionarse más de un punto de activación por objeto, tales ejemplos también permiten la determinación de un punto de activación virtual, es decir, calculado, en función de las ubicaciones rastreadas del primer y el segundo marcador. Este punto de activación virtual puede ser, por ejemplo, un punto de activación interpolado o extrapolado. Esto puede ser particularmente ventajoso para rastrear grandes objetos, tales como vehículos comerciales, por ejemplo. En este caso puede definirse un punto de interés flexible y variable (punto de activación), cuya ubicación rastreada o determinada puede compararse con una determinada línea o barrera correspondiente a la barrera luminosa virtual. Por ejemplo, puede decidirse mover un punto de activación desde la parte delantera de un vehículo hasta la parte trasera del vehículo.

Puesto que los ejemplos de la presente divulgación pueden usarse en varios escenarios, tales como en la logística, deportes, tráfico, etc., el objeto rastreado puede ser generalmente cualquier objeto móvil, tal como una persona, un animal, una mercancía, equipamiento deportivo o un vehículo, por citar solamente algunas posibilidades. Para identificar un objeto rastreado, sus marcadores de posición pueden permitir una identificación única, por ejemplo mediante la emisión de un código específico de objeto. Por tanto, también puede rastrearse más de un objeto y compararlos con la frontera o línea (imaginaria) al mismo tiempo.

Según un ejemplo de otro aspecto, también se proporciona un procedimiento que comprende una etapa en la que se recibe, desde un sistema de localización geográfica, información de ubicación que indica la ubicación geográfica de un objeto rastreado o de una etiqueta de posición acoplada al mismo, y una etapa en la que se determina, según una comparación entre la información de ubicación e información predeterminada que indica una frontera, si al menos una parte del objeto ha cruzado la frontera.

Algunos ejemplos también pueden comprender un sistema de circuitos digitales instalado en el aparato para llevar a cabo el procedimiento. Tal circuito de control digital, por ejemplo un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o un ordenador de propósito general, necesita estar programado

en consecuencia. Por tanto, otras formas de realización adicionales proporcionan además un programa informático que presenta un código de programa para llevar a cabo formas de realización del procedimiento anterior cuando el programa informático se ejecuta en un dispositivo de hardware programable.

5 Pueden usarse ejemplos para medir o determinar distancias, tiempo o áreas geográficas, ya que esto puede resultar útil, por ejemplo, para realizar entrenamientos en el ámbito deportivo. Por ejemplo, las formas de realización pueden permitir la medición del tiempo que se tarda en recorrer una determinada distancia desde una primera línea (predefinida) hasta una segunda línea (predefinida). Esto puede ser útil para determinar la velocidad, por ejemplo. Por lo tanto, las líneas (fronteras) pueden definirse incluso mediante marcadores de posición móviles (por ejemplo, 10 conos), de manera que una determinada configuración de medición pueda cambiarse o modificarse fácilmente simplemente moviendo los marcadores de posición que definen una frontera o línea en el área bajo observación del sistema de localización sin tener que volver a instalar hardware complejo y delicado.

Además, los ejemplos también permiten rastrear fácilmente más de un objeto (que presenta al menos un marcador de posición) al mismo tiempo y comparar sus respectivas ubicaciones rastreadas con la ubicación de una o más líneas o barreras (imaginarias). Si se usa un sistema de localización geográfica basado en radio, pueden solventarse las típicas restricciones de ocultación o ensombrecimiento óptico de las barreras luminosas convencionales. Cada objeto a rastrear puede tener asociado al mismo una identificación (ID) de radio única. Por tanto, el procesador puede estar configurado para determinar si al menos uno de una pluralidad de objetos ha cruzado la frontera basándose en una evaluación de señales de identificación específicas de objeto para identificar cada uno de la pluralidad de objetos. 15

Además, los ejemplos permiten definir puntos de activación arbitrarios para activar un evento posterior después de que al menos parte del objeto haya cruzado la línea. En este caso, puede implementarse casi cualquier tipo de relación entre una ubicación rastreada del objeto (o de su marcador) y la ubicación de la línea o barrera, ya que tal relación puede establecerse mediante computación. Equipar un objeto que va a rastrearse con más de un marcador de posición puede favorecer además la flexibilidad de los puntos de activación. 25

Puesto que los ejemplos también permiten registrar cualquier posición rastreada, los escenarios de medición registrados pueden reconstruirse e incluso cambiarse en una fase posterior. La visualización de los objetos rastreados, incluyendo posiblemente la una o más líneas o fronteras, permite ilustrar y verificar una determinada configuración de medición en el área bajo observación. 30

A continuación se describirán algunos ejemplos de la presente divulgación solamente a modo de ejemplo y con referencia a las figuras adjuntas, en las que: 35

la Fig. 1 ilustra una configuración de barrera luminosa virtual a modo de ejemplo según un ejemplo de la presente divulgación; y  
la Fig. 2 ilustra esquemáticamente un diagrama de flujo de un procedimiento de barrera luminosa virtual según un ejemplo. 40

A continuación se describirán con mayor detalle varios ejemplos con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, el grosor de las capas y/o regiones puede haberse exagerado para ofrecer una mayor claridad.

45 Debe entenderse que cuando se dice que un elemento está "conectado" o "acoplado" a otro elemento, puede estar directamente conectado o acoplado al otro elemento o puede haber elementos intermedios. Por el contrario, cuando se dice que un elemento está "directamente conectado" o "directamente acoplado" a otro elemento, no hay elementos intermedios. Otras expresiones usadas para describir la relación entre los elementos deben interpretarse de forma parecida (por ejemplo, "entre" y "directamente entre", "adyacente" y "directamente adyacente", etc.). 50

La terminología usada en el presente documento solo tiene como fin describir ejemplos particulares y no pretende limitar los ejemplos. Tal y como se usa en el presente documento, las formas en singular "un", "una", "el" y "la" pretenden incluir las formas en plural, a no ser que el contexto indique claramente lo contrario. Debe entenderse además que los términos "comprende", "que comprende", "incluye" y/o "que incluye", cuando se usan en el presente documento, especifican la presencia de características, entidades, etapas, operaciones, elementos y/o componentes mencionados, pero no excluye la presencia o adición de una o más otras características, entidades, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos. 55

A no ser que se definan de otro modo, todos los términos (incluidos términos técnicos y científicos) usados en el presente documento tienen un significado idéntico o similar al adoptado comúnmente por los expertos en la técnica, a los cuales pertenecen los ejemplos. Debe entenderse además que términos como los definidos, por ejemplo, en diccionarios comúnmente utilizados, tienen un significado coherente con su significado en el contexto de la técnica pertinente, y no deben interpretarse en un sentido idealizado o demasiado formal a no ser que se definan así expresamente en el presente documento. 60

65

La Fig. 1 ilustra esquemáticamente una configuración 100 a modo de ejemplo de un ejemplo de la presente divulgación que proporciona una barrera o frontera luminosa virtual.

5 La configuración 100 mostrada comprende un RTLS 102 para determinar una ubicación geográfica de un objeto 104 a rastrear, que es un atleta en el ejemplo ilustrado. El RTLS 102 comprende una pluralidad de receptores de señales de ubicación 106-1 a 106-4 colocados alrededor de un área de observación 108, que puede ser una pista de entrenamiento, por ejemplo. Los receptores 106-1 a 106-4 están configurados para recibir diferentes versiones de una señal de localización emitida por una etiqueta de posición 110 acoplada al objeto rastreado 104. En el ejemplo ilustrado, el RTLS 102 es un RTLS basado en radio, donde los receptores 106-1 a 106-4 comprenden antenas de recepción en posiciones fijas que rodean el área de observación 108, respectivamente, para captar una señal de ubicación de RF transmitida desde un transmisor integrado en o acoplado al marcador de posición 110. Además, el RTLS 102 a modo de ejemplo comprende un dispositivo de procesamiento de ubicación 112 que está acoplado a los receptores 106-1 a 106-4 y que está configurado para obtener información de ubicación geográfica 114 del objeto 104 basándose en las versiones recibidas de la señal de ubicación. Por lo tanto, diferentes versiones recibidas de la señal de ubicación se obtienen a partir de diferentes trayectorias de propagación de señales desde el objeto 104 hasta los receptores 106-1 a 106-4. Como se ha descrito anteriormente, la ubicación geográfica del objeto 104 puede determinarse mediante el dispositivo de procesamiento 112 según las diferencias en el retardo de propagación de las diversas versiones de la señal, por ejemplo. Sin embargo, también pueden concebirse otras técnicas de triangulación y/o multilateración terrestres con el fin de proporcionar la información de ubicación 114. El dispositivo de procesamiento de ubicación 112 puede estar configurado para determinar la ubicación del objeto dentro del área 108 con una precisión inferior a 20 cm, preferiblemente inferior a 10 cm e incluso más preferiblemente inferior a 5 cm. Algunos ejemplos permiten rastrear la posición con una precisión en un orden inferior a centímetros.

25 En la configuración 100 a modo de ejemplo, el RTLS 102 y un aparato 120 están acoplados entre sí mediante una interfaz 122. Es decir, el aparato 120 comprende la interfaz 122 asociada al sistema de localización 102, donde la interfaz 122 está configurada para recibir la información de ubicación 114 que indica la ubicación geográfica de la etiqueta o marcador de ubicación rastreado 110 acoplado al objeto 104. Por lo tanto, la interfaz 122 puede estar configurada para recibir, como información de ubicación 114, un flujo de coordenadas planas o espaciales (por ejemplo, x, y) correspondientes a la etiqueta de ubicación rastreada 110 desde el dispositivo de procesamiento de ubicación 112. El aparato 120 comprende además un procesador 124 que está configurado para determinar, en función de una comparación de la información de ubicación 114 con información predeterminada 126 que indica una frontera (imaginaria) en forma de línea recta 128 en el área de observación 108, si al menos parte del objeto 104 ha cruzado la línea 128. Si éste es el caso, pueden activarse uno o más eventos 132. Por tanto, un evento 132 puede entenderse como un suceso de interés instantáneo en un determinado momento y puede definirse mediante un ID de evento único. En general, un evento está asociado a un cambio en la distribución de una cantidad relacionada que puede detectarse. Una instancia de evento es un suceso instantáneo de un tipo de evento en un determinado momento específico. Tal evento depende de la aplicación de los ejemplos. En aplicaciones en las que se juega con un balón, un evento puede ser, por ejemplo, “el jugador X entra en el área de penalti” o “el balón sale del campo de fútbol”. Eventos más complicados pueden ser, por ejemplo “fuera de juego” o “falta”.

40 Debe observarse que el aparato 120 y el procesador 112 también pueden implementarse en un dispositivo estándar según algunos ejemplos. Es decir, la funcionalidad del dispositivo de procesamiento de ubicación 112 también puede incorporarse en el aparato 120, y viceversa.

45 En los ejemplos, una tupla de coordenadas espaciales (x, y) puede tener asociada a la misma una indicación de tiempo que indica un tiempo de medición o determinación de dicha tupla de coordenadas espaciales. En este caso, el procesador 124, que puede considerarse un procesador de barrera luminosa virtual, puede estar configurado además para determinar, en función de la indicación de tiempo, un instante de tiempo en el que al menos parte del objeto 104 ha cruzado la línea 128. Opcionalmente, el procesador 124 también puede determinar a qué altura ha cruzado el objeto 104 la línea 128 si las coordenadas espaciales también comprenden una componente de altura (z).

50 La información predeterminada 126 que indica la línea o barrera luminosa virtual 128 puede indicar al menos una ubicación geográfica y/o una dirección/orientación espacial que define la línea 128 como una línea recta en el área bajo observación 108 rodeada por los receptores RTLS 106-1 a 106-4. Es decir, la línea 128 puede estar definida por un punto y una dirección/orientación o por más de un punto, normalmente dos puntos, en el área 108. La información predeterminada 126 puede ser información almacenada previamente de una base de datos (no mostrada) o puede indicar una ubicación actualmente medida y variable de la línea 128, como se describirá con mayor detalle posteriormente.

60 En el ejemplo ilustrado en la Fig. 1, la información predeterminada 126 que indica la línea 128 no solo puede estar basada en datos geográficos almacenados que caracterizan el área bajo observación 108, tales como datos digitales de mapa almacenados o fijos. Además o como alternativa, la información de línea 126 también puede obtenerse a partir de mediciones continuas y/o periódicas del RTLS 102. Como se indica en la Fig. 1 mediante los números de referencia 130-1 y 130-2, la línea o barrera 128 también puede definirse mediante al menos dos objetos, donde cada objeto de definición de línea 130-1 y 130-2 puede estar equipado con un marcador de posición (por ejemplo, un

transmisor), respectivamente. De esta manera, la posición actual de la línea 128, así como su orientación actual, pueden definirse mediante los dos objetos rastreados móviles 130-1, 130-2, cuyas ubicaciones pueden determinarse mediante el RTLS 102 y proporcionarse al procesador 124 para su evaluación. Por ejemplo, los objetos rastreados móviles 130-1, 130-2 pueden corresponder a objetos tipo conos de tráfico equipados con marcadores de posición  
 5 activos. Es decir, la al menos una ubicación geográfica que define la línea 128 puede corresponder a una ubicación geográfica de uno o más objetos móviles de definición de línea 130, también rastreados por el sistema de localización geográfica 102. Por ejemplo, para detectar un fuera de juego, la línea 128 también puede definirse de manera variable mediante una coordenada x variable de (al menos) un jugador situado en el campo y una orientación de línea constante paralela a la línea de gol.

10 Como reconocerán los expertos en la técnica, existen diversas aplicaciones para los ejemplos de la presente divulgación. Sus principios pueden usarse con fines logísticos, la gestión del tráfico o para mejorar el entrenamiento de los atletas, por ejemplo. Debe apreciarse que el objeto rastreado 104 no solo puede ser una persona, como se ilustra en la Fig. 1, sino también cualquier tipo de vehículo (es decir, coche, tren, avión, etc.), objetos de un  
 15 equipamiento deportivo (por ejemplo, una pelota/un balón, un disco, cualquier tipo de raqueta, etc.) o animales. Además, dependiendo de la aplicación y del escenario del interés, más de un marcador de posición 110 puede acoplarse a o implementarse en un objeto 104 que va a rastrearse. Colocando más de un marcador en el objeto a rastrear pueden conseguirse mediciones y evaluaciones más completas y diferenciadas. Por ejemplo, en algunos escenarios puede ser importante determinar si cierta parte del objeto 104 ha cruzado la línea, mientras que otra  
 20 parte no la ha cruzado. Esto puede conseguirse colocando marcadores de posición individuales en las partes de objeto de interés, respectivamente. Utilizar más de una etiqueta de posición 110 en cada objeto rastreado puede resultar particularmente interesante en grandes objetos rastreados, tales como camiones, por ejemplo.

25 Evidentemente, los ejemplos también permiten rastrear más de un objeto 104 al mismo tiempo. Cada objeto 104 o sus transmisores correspondientes 110 puede identificarse mediante un ID de señal único, por ejemplo. Por lo tanto, los ejemplos permiten determinar cuál de los múltiples objetos rastreados ha cruzado una o más líneas predefinidas 128 o fronteras en forma de planos/superficies arbitrarios en el espacio tridimensional dentro del área de observación 108 delimitada por los receptores 106 instalados de manera fija. Esto permite un seguimiento y una  
 30 vigilancia automatizada de un partido de fútbol con 22 jugadores, por ejemplo. Otra aplicación puede ser medir los tiempos en carreras de 100 metros con múltiples corredores, de manera similar a una barrera luminosa convencional. Una aplicación adicional puede ser medir la velocidad de los vehículos para controlar el tráfico, por ejemplo.

35 Una ventaja particular de los ejemplos es que líneas o fronteras, tales como hiperplanos, objetos 3D, etc., 128 pueden recolocarse o desplazarse fácilmente dentro del área bajo observación 128 usando diferente información predeterminada 126 que indica la línea 128. Esta otra información 126 puede obtenerse considerando diferentes datos de una base de datos o diferentes datos de medición del RTLS 102, donde ambos tipos de datos dan lugar a diferentes líneas virtuales o imaginarias. No es necesario realizar ninguna instalación mecánica compleja. En  
 40 cambio, las líneas o fronteras 128 pueden definirse mediante software o recolocando objetos rastreados móviles de definición de línea 130.

Un procedimiento 200 correspondiente, que puede llevarse a cabo por los ejemplos, se ilustra esquemáticamente en la Fig. 2.

45 El procedimiento 200 comprende una etapa 202 en la que se recibe, desde un sistema de localización geográfica 102, información de ubicación 114 que indica una ubicación geográfica de un objeto rastreado 104 o de su etiqueta de ubicación acoplada 110. En una etapa adicional 204 se determina, en función de una comparación de la información de ubicación 114 con información predeterminada 126 que indica una línea 128, si al menos parte del  
 50 objeto 104 ha cruzado o atravesado la línea 128. Si la comparación de la etapa 204 establece que al menos parte del objeto 104 ha cruzado la línea 128, uno o más eventos correspondientes 132 pueden activarse en una etapa opcional 206. Ejemplos del procedimiento 200 pueden llevarse a cabo por los ejemplos del aparato 120 asociados a los ejemplos del RTLS 102. Dependiendo del ejemplo considerado del aparato 120, las etapas individuales del procedimiento 200 pueden comprender características correspondientes al ejemplo respectivo del aparato 120.

55 Los bloques funcionales denotados como "medios para..." (realizar una determinada función) se considerarán bloques funciones que comprenden sistemas de circuitos que están adaptados, configurados o que pueden hacerse funcionar para realizar una determinada función, respectivamente. Por tanto, "un medio para algo" puede considerarse también un "medio que está adaptado, configurado o que puede hacerse funcionar para hacer algo". Por tanto, un medio que está adaptado para realizar una determinada función no implica que dicho medio esté  
 60 realizando necesariamente dicha función (en un instante de tiempo dado).

Las funciones de varios elementos mostrados en las figuras, incluido cualquier bloque funcional, pueden proporcionarse mediante la utilización de hardware dedicado como, por ejemplo, un procesador, así como hardware capaz de ejecutar software en asociación con software apropiado. Cuando son proporcionadas por un procesador,  
 65 las funciones pueden proporcionarse mediante un único procesador dedicado, mediante un único procesador compartido o mediante una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales pueden compartirse.

Además, no debe considerarse que el uso explícito del término "procesador" o "controlador" hace referencia exclusivamente a hardware que puede ejecutar software, sino que puede incluir implícitamente, sin limitación, hardware de procesador de señales digitales (DSP), un procesador de red, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA), una memoria de solo lectura (ROM) para almacenar software, una memoria de acceso aleatorio (RAM) y un almacenamiento no volátil. También puede incluirse otro hardware, ya sea convencional y/o personalizado.

Los expertos en la técnica apreciarán que cualquier diagrama de bloques del presente documento representa vistas conceptuales de sistemas de circuitos ilustrativos que representan los principios de la invención. Asimismo, debe apreciarse que cualquier diagrama de flujo, organigrama, diagramas de transición de estados, pseudocódigo, y similares, representan varios procesos que pueden almacenarse sustancialmente en un medio legible por ordenador y ejecutarse mediante un ordenador o procesador, independientemente de que tal ordenador o procesador se muestre o no explícitamente.

Debe observarse además que los procedimientos dados a conocer en la memoria descriptiva o en las reivindicaciones pueden implementarse mediante un dispositivo que presenta medios para realizar cada una de las respectivas etapas de estos procedimientos.

Además, debe entenderse que la divulgación de múltiples etapas o funciones dadas a conocer en la memoria descriptiva o en las reivindicaciones puede no realizarse en el orden específico. Por lo tanto, la divulgación de múltiples etapas o funciones no estará limitada a un orden particular a no ser que tales etapas o funciones no puedan intercambiarse por motivos técnicos.

Además, en algunos ejemplos, una única etapa puede incluir o dividirse en múltiples subetapas. Tales subetapas pueden estar incluidas y ser parte de la divulgación de dicha etapa individual, a no ser que se excluyan explícitamente.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema (100), que comprende:

5 un sistema de localización geográfica en tiempo real (102) que comprende una pluralidad de receptores (106) que rodean un área bajo observación (108), donde la pluralidad de receptores (106) está configurada para recibir señales de ubicación emitidas continuamente por etiquetas de posición (110);  
 un primer y segundo objetos inanimados, móviles y rastreados de definición de frontera (130-1; 130-2) colocados dentro del área bajo observación (108) y que comprenden una etiqueta de posición respectiva  
 10 acoplada a los mismos, donde las ubicaciones geográficas respectivas actuales del primer y segundo objetos inanimados móviles de definición de frontera (130-1; 130-2) definen una frontera móvil (128);  
 una interfaz (122) asociada al sistema de localización geográfica en tiempo real (102), donde la interfaz (122) está configurada para recibir información de ubicación (114) que indica una ubicación geográfica de un objeto rastreado (104) que comprende una etiqueta de posición (110) acoplada al mismo y las ubicaciones geográficas del primer y segundo objetos inanimados móviles de definición de frontera (130-1; 130-2); y  
 15 un procesador (124) configurado para determinar, en función de una comparación entre la información de ubicación (114) del objeto rastreado (104) y la información de ubicación actual (126) del primer y segundo objetos inanimados móviles de definición de frontera (130-1; 130-2) que indican la frontera móvil (128), si al menos parte del objeto (104) ha cruzado la frontera (128).  
 20

2. El sistema (100) según la reivindicación 1, en el que la interfaz (122) está configurada para recibir, como información de ubicación (114), un flujo de tuplas de coordenadas espaciales correspondientes al objeto rastreado (104), o su etiqueta de posición (110), y al primer y segundo objetos inanimados de definición de frontera (130-1; 130-2), o su etiqueta de posición respectiva, donde una tupla de coordenadas espaciales tiene asociada a la misma  
 25 una indicación de tiempo que indica un tiempo de medición de la tupla de coordenadas espaciales, y donde el procesador (124) está configurado además para determinar, en función de la indicación de tiempo, cuándo al menos parte del objeto (104) ha cruzado la frontera (128).

3. El sistema (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de localización en tiempo real (102) está basado en localización basada en radiofrecuencia y/o está basado en localización óptica y/o acústica del objeto (104), o de su etiqueta de posición (110), y del primer y segundo objetos inanimados de definición de frontera (130-1; 130-2), o de su etiqueta de posición, en un área bajo observación (108).  
 30

4. El sistema (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de localización en tiempo real (102) comprende:

uno o más radiotransmisores (110) acoplados al objeto (104) y al primer y segundo objetos inanimados móviles de definición de frontera (130-1; 130-2) como etiquetas de posición rastreadas (110);  
 una o más antenas (106) colocadas alrededor de un área bajo observación (108) para recibir señales de radio procedentes del uno o más radiotransmisores (110); y  
 40 un procesador de ubicación (112) configurado para determinar la información de ubicación (114) en función de las señales de radio recibidas.

5. El sistema (100) según una de las reivindicaciones anteriores, donde la información de ubicación (126) que indica la frontera es información variable.  
 45

6. El sistema (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la información de ubicación (126) que indica la frontera (128) indica al menos una ubicación geográfica y/o un radio que define la frontera (128) como una superficie curva dentro del área bajo observación (108).  
 50

7. El sistema (100) según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la información de ubicación (126) que indica la frontera (128) indica al menos una ubicación geográfica y/o una dirección espacial que define la frontera (128) como una línea recta dentro del área bajo observación (108).

8. El sistema (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el objeto (104) tiene asociado al mismo una primera y una segunda etiqueta de posición (110), y en el que el procesador (124) está configurado para determinar si el objeto (104) ha cruzado la frontera (128) basándose en ubicaciones geográficas de la primera y/o la segunda etiqueta de posición (110).  
 55

9. El sistema (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el procesador (124) está configurado para determinar si al menos uno de una pluralidad de objetos (104) ha cruzado la frontera (128) basándose en una evaluación de señales de identificación específicas de objeto para identificar cada uno de la pluralidad de objetos.  
 60

10. Procedimiento (200), que comprende:

65

5 recibir constantemente (202), desde un sistema de localización geográfica en tiempo real (102) que comprende una pluralidad de receptores (106) que rodean un área bajo observación (108), información de ubicación (114) que indica una ubicación geográfica de un objeto rastreado (104) que comprende una etiqueta de posición (110) acoplada al mismo e información de ubicación que indica ubicaciones geográficas respectivas de un primer y segundo objetos inanimados, móviles y rastreados de definición de frontera (130-1; 130-2) que comprenden una etiqueta de posición respectiva acoplada a los mismos, donde las ubicaciones geográficas actuales del primer y segundo objetos móviles de definición de frontera (130-1; 130-2) definen una frontera móvil (128); y  
10 determinar (204), en función de una comparación entre la información de ubicación (114) del objeto rastreado (104) y la información de ubicación actual (126) del primer y segundo objetos de definición de frontera (130-1; 130-2) que indican la frontera móvil (128), si al menos parte del objeto (104) ha cruzado la frontera (128).

15 11. El procedimiento (200) según la reivindicación 10, en el que el objeto rastreado (104) es un atleta, un objeto de un equipamiento deportivo o un vehículo.

12. Un programa informático que presenta un código de programa para llevar a cabo el procedimiento (200) según la reivindicación 10 u 11 cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador o procesador.

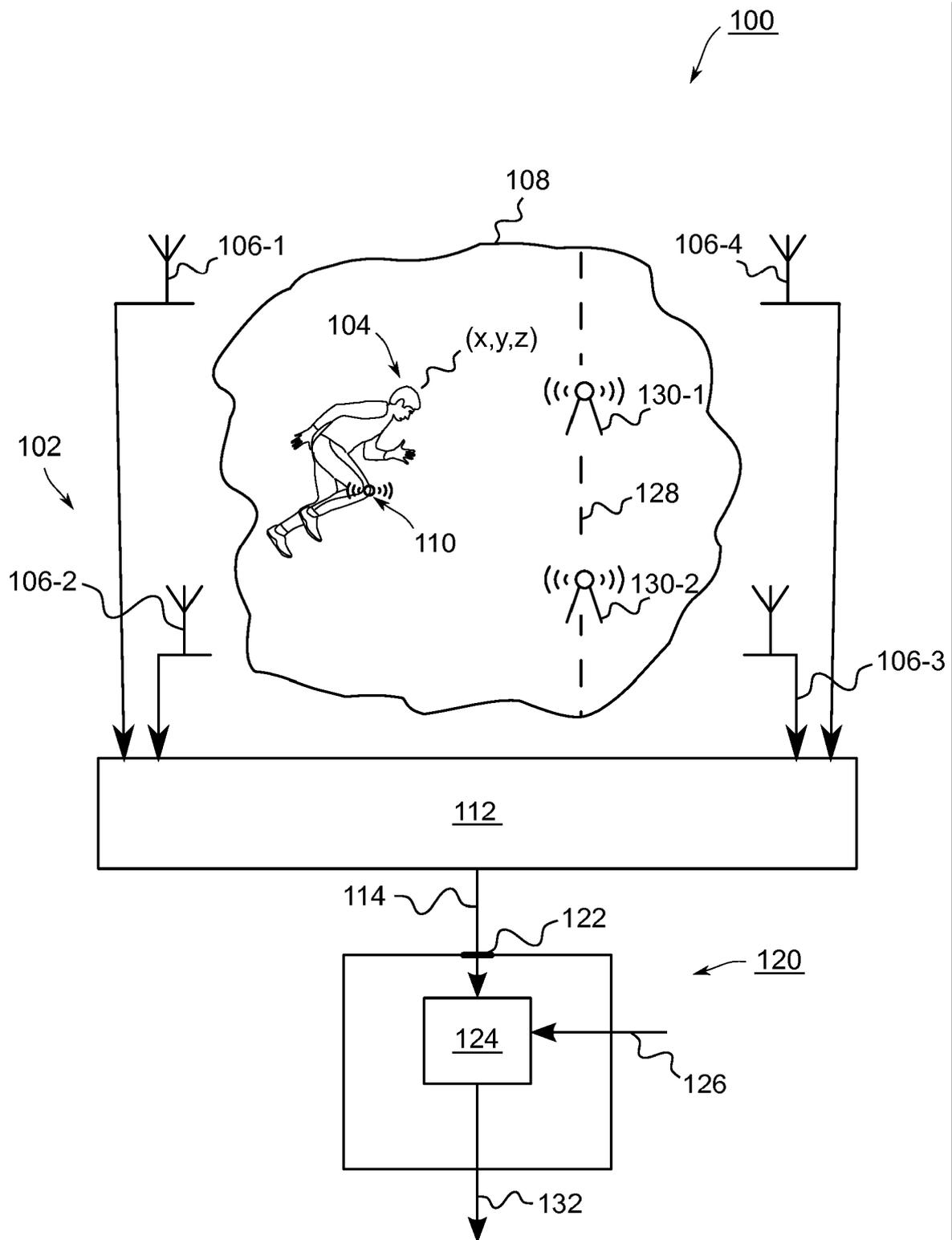


Fig. 1

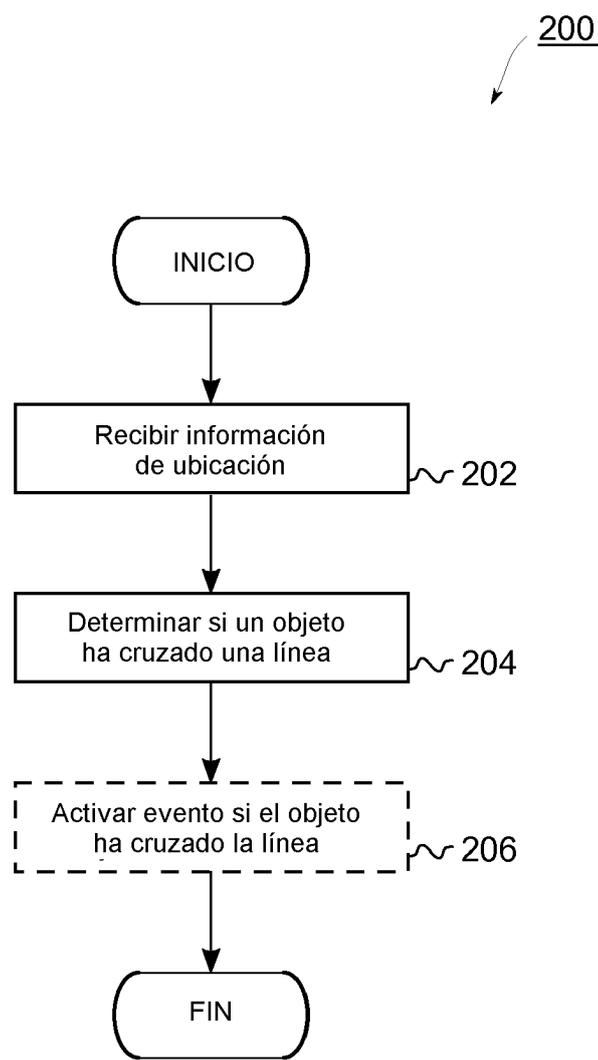


Fig. 2