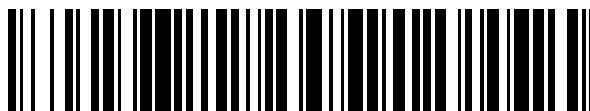


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 831**

51 Int. Cl.:

G01S 17/42 (2006.01)

G01S 7/48 (2006.01)

G05D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.04.2012 PCT/IB2012/001454**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.10.2013 WO13153415**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2012 E 12759813 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 2836853**

54 Título: **Aparato y método para determinar elementos de referencia de un entorno**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.02.2020

73 Titular/es:
**BALYO (100.0%)
240 rue de la Motte, Bâtiment A
77550 Moissy-Cramayel, FR**

72 Inventor/es:
**GARCIA, OLIVIER;
DUVAL, THOMAS y
BRAVO, RAUL**

74 Agente/Representante:
PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 742 831 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 y método para determinar elementos de referencia de un entorno

Campo de la invención

5 La presente invención hace referencia a un método y a un aparato para determinar elementos de referencia de un entorno utilizando un sensor de medición de distancia.

Antecedentes de la invención

10 Los robots móviles, y en especial robots móviles autónomos o semi-autónomos, frecuentemente tienen que enfrentarse con el problema de posicionarse ellos mismos en un entorno nuevo o cambiante para el cual no se encuentra disponible un mapa predeterminado. Para superar esta dificultad, se han desarrollado algoritmos de localización y mapeo simultáneo (SLAM, por sus siglas en inglés) y estos pueden utilizarse para construir un mapa de los alrededores de un robot en tiempo real y para calcular una localización del robot basada en este mapa.

15 En SEO-YEON HWANG ET AL: "Monocular Vision-Based SLAM in Indoor Environment Using Corner, Lamp, and Door Features From Upward-Looking Camera" se describe un SLAM monocular que utiliza simultáneamente características de esquinas, lámparas y puertas para lograr una navegación estable en diversos entornos. El documento EP 2 058 720 describe un método para generar un mapa en tres dimensiones utilizando luz estructurada emitida por un robot hacia un techo.

Sin embargo, esta solución tiene una serie de desventajas.

20 En particular, la interacción de un robot semi-autónomo con un operario humano implica a menudo el uso de un mapa predeterminado del entorno, que el operario utiliza para guiar el robot o para indicar un destino específico al robot.

Desafortunadamente, este mapa predeterminado difiere a menudo del mapa del entorno generado por el robot en tiempo real. Estas diferencias pueden, por ejemplo, surgir de elementos no referenciales tales como cajas, muebles, puertas o similar que pueden moverse o pueden cambiar su apariencia con el tiempo y evitarán de este modo que el robot sea capaz de asociar el mapa predeterminado con el mapa del entorno.

25 La presente invención tiene principalmente por objeto mejorar esta situación.

Resumen de la invención

Para esta finalidad, se propone un método de acuerdo con la reivindicación 1.

De este modo, pueden identificarse elementos no referenciales con una alta probabilidad.

30 Esto puede, entre otras cosas, permitir que un robot asocie un mapa predeterminado con un mapa del entorno en tiempo real, mejorar el cálculo de una trayectoria desde un punto hasta otro en un mapa, y las operaciones en un entorno cambiante.

En algunas realizaciones, se podría utilizar también una o más de las siguientes características:

- la primera y la segunda direcciones son perpendiculares, correspondiendo dicha segunda dirección a una dirección vertical del entorno,

35 - la etapa de determinación comprende al menos las operaciones de:

definir un conjunto de posiciones de puntos en el interior del conjunto de posiciones de puntos en el entorno cuya segunda coordenada es estrictamente menor que el valor de techo y estrictamente que el valor de suelo;

40 calcular, para cada posición de puntos en un conjunto de posiciones de puntos, una distancia, tomada a lo largo de la primera dirección, que separa cada punto del sensor de medición de distancia, para obtener un conjunto de distancias; e

identificar un conjunto de posiciones de puntos de referencia del entorno correspondiente a las posiciones del conjunto de posiciones de los puntos del interior, cuya distancia es la distancia mayor en el conjunto de distancias.

- la etapa de determinación se reitera para una pluralidad de primeras direcciones.

- el sensor de medición de distancia comprende un láser,

- las primeras coordenadas de un conjunto de posiciones de puntos se agrupan con un primer intervalo de agrupamiento.

5 - las segundas coordenadas de un grupo de posiciones de puntos se agrupan con un segundo intervalo de agrupamiento.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un aparato según la reivindicación 8.

De acuerdo con aún otro aspecto de la invención, se proporciona un robot móvil que comprende el aparato mencionado anteriormente.

10 De acuerdo con aún otro aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en el procesador de un aparato, realizan el método detallado anteriormente.

De acuerdo con aún otro aspecto de la invención, se proporciona un programa de ordenador que, cuando se ejecuta en el procesador de un aparato, realiza el método detallado anteriormente.

15 Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de la invención aparecerán fácilmente a partir de la siguiente descripción de una de sus realizaciones, provistas como ejemplos no limitativos, y de los dibujos anexos.

En los dibujos:

- La Figura 1 es una ilustración de un aparato de acuerdo con una realización de la invención;

20 - La Figura 2 es un diagrama de flujo de un método de acuerdo con una realización de la invención.

- Las Figuras 3a, 3b y 3c son ilustraciones de robots móviles de acuerdo a realizaciones de la invención en diferentes entornos;

En las diferentes figuras, los mismos signos de referencia designan elementos iguales o similares.

Descripción detallada

25 Se hará ahora referencia en detalle a realizaciones de la invención que se describen a continuación, haciendo referencia a las figuras adjuntas. A este respecto, las realizaciones de la invención pueden realizarse de diversas formas y no deben interpretarse como limitadas a las realizaciones expuestas a continuación.

30 Se entenderá que algunas realizaciones de la invención, descritas de aquí en adelante en referencia a diagramas de flujo o diagramas de bloques, se pueden implementar por instrucciones legibles por ordenador. Estas instrucciones legibles por ordenador pueden proporcionarse al procesador de un ordenador de uso general, a un procesador u ordenador de finalidad específica, u otro circuito de datos programables de tal manera que las instrucciones ejecutadas por el procesador o circuito creen módulos que implementen las operaciones y etapas especificadas en los bloques de los diagramas de flujo.

35 De esta manera, las realizaciones de la presente invención pueden implementarse a través de un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que comprende cualquier medio o medios que permitan el almacenamiento y la transmisión de las instrucciones o códigos legibles por ordenador.

40 El código legible por ordenador puede ser grabado y transferido en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio de formas conocidas, y el dispositivo puede incluir medios de grabación, tales como medios de almacenamiento magnético y medios de grabación ópticos. El dispositivo de almacenamiento puede incluir memorias volátiles y no volátiles. El dispositivo de almacenamiento puede también incluir elementos de Internet o de una red de ordenadores. Por tanto, el dispositivo puede ser una estructura definida y medible que porta o controla una señal o información, tal como un dispositivo que porta un flujo de bits, por ejemplo, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. El dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio puede también ser una red distribuida, de manera que el programa de ordenador se almacene, se transfiera y se ejecute de

forma distribuida. A modo de ejemplo únicamente, el procesador puede incluir un circuito o un procesador de ordenador, y los circuitos de procesamiento pueden ser distribuidos o estar incluidos en un único circuito.

Un aparato 1 para determinar elementos de referencia de un entorno 2 se describirá a continuación en referencia a la figura 1.

- 5 Dicho aparato 1 puede comprender un sensor 10 de medición de distancia, un procesador o circuito 11 de procesamiento y una memoria 12.

10 El sensor 10 de medición de distancia puede, por ejemplo, incluir un telémetro láser tal como un módulo LIDAR (acrónimo del inglés "light detection and ranging"), un módulo de radar, un módulo de medición de distancia por ultrasonidos, un módulo de sonar, un módulo de medición de distancia que utiliza la triangulación o cualquier otro dispositivo capaz de adquirir la distancia o la posición de un único punto o de una pluralidad de puntos del entorno.

En una realización preferida, se emplea un sensor 10 de medición de distancia que emite una señal física emitida y recibe una señal física reflejada. Este sensor de medición de distancia calcula entonces una distancia, que corresponde a la distancia del sensor hasta un único punto o una pluralidad de puntos del entorno, comparando la señal emitida y la señal reflejada, por ejemplo comparando el tiempo de emisión y el tiempo de recepción.

- 15 Las señales emitida y reflejada pueden ser por ejemplo, haces de luz, ondas electromagnéticas u ondas acústicas.

De forma ventajosa, se emplea un telémetro 10. Este telémetro 10 puede escanear el entorno 2 del aparato 1 en un plano X, Y bidimensional para adquirir un conjunto de observaciones O_i que corresponden a un conjunto de puntos del entorno, estando los puntos indexados, por ejemplo, por un número i . Cada observación O_i puede comprender una distancia R_i y una marcación α_i asociada con un punto del entorno.

- 20 La distancia puede corresponder a una distancia entre el punto del entorno y el sensor 10 de medición de distancia, y la marcación puede corresponder a un ángulo entre la línea que une el punto del entorno al sensor 10 de medición de distancia y una dirección comprendida en el plano X, Y bidimensional.

El plano X, Y bidimensional puede comprender una primera dirección X y una segunda dirección Y no colineal con la primera dirección X, formando dichas direcciones ejes de coordenadas.

- 25 El sensor 10 de medición de distancia puede por ejemplo escanear el entorno 2 rotando alrededor de una tercera dirección Z. La tercera dirección puede ser perpendicular a la primera y la segunda direcciones, permitiendo de este modo que el sensor 10 escanee el entorno 2 en dicho plano X, Y bidimensional y adquiera observaciones correspondientes a un conjunto de puntos del entorno, siendo adquiridas dichas observaciones, por ejemplo, con marcaciones espaciadas regularmente.

- 30 En algunas realizaciones, el sensor 10 de medición de distancia puede consistir en un láser que rota alrededor de la tercera dirección con una velocidad de rotación constante y que emite pulsos de luz a una tasa de tiempo constante. Los pulsos de luz reflejada son recogidos por el sensor 10 de medición de distancia y la diferencia de tiempo entre los pulsos emitidos y los pulsos recibidos puede proporcionar el rango del punto del entorno específico.

- 35 La memoria 12 es capaz de almacenar una posición P_A del dispositivo que puede ser estimada, por ejemplo en tiempo real, o puede definirse de forma preliminar. Esta posición puede corresponder a la posición del aparato 1 o del sensor 10 de medición de distancia. Esta posición puede además comprender una primera coordenada x_A a lo largo de la primera dirección X y una segunda coordenada y_A a lo largo de la segunda dirección Y.

- 40 El procesador 11 puede transformar, utilizando sencillas fórmulas trigonométricas, cada observación O_i adquirida por el telémetro 10 láser en una posición P_i de un punto del entorno que comprende dos coordenadas, una primera coordenada x_i a lo largo de la primera dirección X y una segunda coordenada y_i a lo largo de la segunda dirección Y, donde dicha posición P_i de un punto del entorno es almacenada en la memoria 12.

La primera X y la segunda Y direcciones puede corresponder a cualquier eje o dirección de un sistema de coordenadas capaz de definir la posición de un punto del entorno en al menos dos dimensiones. Pueden corresponder a direcciones o ejes de un sistema de coordenadas polar, cilíndrico, esférico, o similar.

- 45 Pueden, de forma ventajosa, corresponder respectivamente a una dirección horizontal y vertical del entorno 2. La tercera dirección Z puede corresponder entonces a otra dirección horizontal, perpendicular a la primera dirección X.

En el último ejemplo, una posición $P_i=(x_i, y_i)$ de un punto del entorno puede calcularse sencillamente a partir de una observación $O_i=(R_i, \alpha_i)$ asociada y la posición $P_A=(x_A, y_A)$ del dispositivo como

$$P_i = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_A + R \cos(\alpha) \\ y_A + R \sin(\alpha) \end{pmatrix} \quad (1)$$

5 Una ilustración de un entorno 2 se ilustra en la figura 1 que comprende una pared 21 y una caja 22. La pared 21 es un elemento de referencia del entorno 2 y la caja 22 es un elemento no referencial del entorno 2. Esta ilustración de un entorno se proporciona a modo de ejemplo únicamente y se entiende que un entorno puede ser cualquier tipo de entorno con el que pudiera encontrarse un aparato de acuerdo con la invención. En particular, un entorno puede incluir una variedad de objetos y elementos correspondientes a la variedad de objetos que puede verse en entornos naturales y artificiales.

Se proporcionan ilustraciones adicionales de entornos 2 en las figuras 3a, 3b y 3c junto con realizaciones de un robot 3 que comprende un aparato 1.

10 En referencia a la figura 3a, un robot 3 puede comprender el aparato 1 mencionado anteriormente además de módulos adicionales.

Tal como se ilustra en la realización de la figura 3a, el robot 3 puede incluir un bastidor 13 y una pluralidad de ruedas o banda de rodadura 14.

15 En algunas realizaciones, las ruedas o bandas de rodadura 14 pueden adaptarse para ser motorizadas y el robot 3 puede de este modo desplazarse de forma autónoma dentro del entorno 2. El robot 3 puede ser por tanto un robot 3 móvil.

20 El robot 3 puede además comprender uno o varios motores 15 conectados a las ruedas o bandas de rodadura 14 además de una o varias baterías o fuente 16 de alimentación y módulos 17 de comunicaciones, capaces de recibir y/o enviar información con un dispositivo externo de un usuario utilizando un enlace de comunicaciones por cable o inalámbricas.

En referencia adicional a la figura 2, 3a, 3b y 3c, se describirá a continuación un método para determinar unos elementos de referencia en el entorno 2.

Dicho método puede comprender una primera etapa 110 en la que se proporciona un valor y_c de techo y un valor y_f de suelo. Estos valores pueden por ejemplo, ser proporcionados por un operario que puede ser un operario humano.

25 Estos valores pueden corresponder respectivamente a un techo 31 virtual o real y a un suelo 32 virtual o real en el entorno 2, según se ilustra en la figura 1.

Estos valores pueden almacenarse en la memoria 12 del aparato.

Estos valores podrían también proporcionarse durante etapas 120, 130 posteriores.

Estos valores podrían también ser determinados por el aparato 1 en tiempo real o durante etapas posteriores.

30 En una segunda etapa 120, se miden uno o diversos conjuntos 40 de posiciones P_i de puntos del entorno utilizando el sensor 10 de medición de distancia mencionado anteriormente, el procesador 11 y la memoria 12. Las posiciones pueden calcularse a partir de un conjunto de observaciones O_i realizadas por el aparato, según se detalla anteriormente en referencia a la figura 1. La operación de calcular posiciones a partir de las observaciones puede ser realizada utilizando fórmulas trigonométricas simples, tales como la fórmula (1).

35 Tal como se ilustra en la figura 3a, un conjunto 40 puede comprender posiciones P_i de puntos del entorno alineadas a lo largo de una línea 41 recta.

La línea 41 recta, por ejemplo, puede estar comprendida dentro del plano X, Y bidimensional.

La línea 41 recta puede además alinearse con la segunda dirección Y.

40 Tal como se ilustra en la figura 3a, un conjunto 40a puede comprender posiciones P_i de puntos del entorno situadas en diferentes elementos del entorno 2.

El conjunto 40a puede comprender puntos del entorno alineados a lo largo de líneas 41a rectas.

En particular, un conjunto 40a puede comprender posiciones P_i cuyas primeras coordenadas x_i están separadas entre sí.

5 En algunas realizaciones, la segunda coordenada y_i de cada posición P_i de puntos del entorno puede limitarse para que esté comprendida entre el valor y_C de techo y el valor y_F de suelo. Por tanto, si una segunda coordenada y_i de una posición P_i de puntos del entorno es que el valor y_C de techo, esta segunda coordenada y_i puede ser reemplazada por el valor y_C de techo. De forma similar, si una segunda coordenada y_i de una posición P_i de puntos del entorno es inferior que el valor y_C de techo, esta segunda coordenada y_i puede ser reemplazada por el valor y_F de suelo.

10 En una tercera etapa 130, se determinan unos puntos de referencia del entorno y elementos de referencia del entorno. La etapa de determinación 130 puede comprender diversas operaciones.

En una primera operación 131, se define un conjunto de posiciones de puntos del interior.

El conjunto de posiciones de puntos del interior está compuesta de posiciones de puntos del conjunto de puntos del entorno cuya segunda coordenada y_i es estrictamente menor que el valor y_C de techo y estrictamente mayor que el valor y_F de suelo.

15 Las segundas coordenadas de las posiciones de puntos que pertenecen al conjunto de posiciones de puntos del interior están comprendidas, por tanto, estrictamente entre el valor y_C de techo y el valor y_F de suelo.

20 Si una segunda coordenada y_i de un punto del entorno P_i es igual a o mayor que el valor y_C de techo, respectivamente igual a o inferior que el valor y_F de suelo, se asume que este punto del entorno es parte del techo, respectivamente del suelo, y por tanto no se tiene en consideración para la determinación de elementos no referenciales del entorno.

En una segunda operación 132 se calcula un conjunto de distancias. Para cada posición $P_i=(x_i, y_i)$ de un punto del interior, se calcula una distancia D_i , tomada a lo largo de la primera dirección X, que separa dicho punto del interior del aparato 1 o del sensor 10 de medición de distancia.

25 Dicha distancia puede, por ejemplo, calcularse a partir de la posición $P_i=(x_i, y_i)$ de un punto del interior y de la posición $P_A=(x_A, y_A)$ del dispositivo utilizando una fórmula como $D_i = |x_i - x_A|$.

Una distancia, tomada a lo largo de una dirección, entre dos puntos es una distancia entre dos proyecciones respectivas de dichos dos puntos en dicha dirección. Dicha distancia puede por tanto calcularse a partir de las coordenadas de las posiciones de dichos dos puntos.

30 En una realización de la invención en donde la primera y la segunda direcciones corresponden a un eje de un sistema de coordenadas polar, cilíndrico, esférico, la fórmula empleada para el cálculo de la distancia puede ser más elaborada y sería determinada en consecuencia por un experto utilizando fórmulas matemáticas para la distancia.

En una variante, la distancia podría calcularse en un plano que comprende dos direcciones, por ejemplo utilizando una fórmula tal como $D_i = \sqrt{(x_i - x_A)^2 + (z_i - z_A)^2}$ en la que z_A es una tercera coordenada de la posición P_A del dispositivo y z_i es una tercera coordenada de la posición P_i de un punto.

35 En una variante, la segunda operación podría realizarse en el conjunto de puntos del entorno en lugar del conjunto de puntos del interior.

En una tercera operación 133, se identifica un conjunto de posiciones de puntos de referencia del entorno.

40 Este conjunto de posiciones de puntos de referencia del entorno corresponde a posiciones del conjunto de posiciones de puntos del interior, o el conjunto de posiciones de puntos del entorno, cuya distancia es la distancia en el conjunto de distancias.

Puede también identificarse un conjunto de posiciones de puntos no referenciales del entorno, que corresponde a posiciones del conjunto de posiciones de puntos del interior, o el conjunto de posiciones de puntos del entorno, cuya distancia no es la distancia en el conjunto de distancias.

45 La mayoría de elementos no referenciales tiene una extensión, tomada a lo largo de la segunda dirección, que es estrictamente más pequeña que la distancia que separa el techo virtual del suelo virtual.

Un elemento no referencial que tiene una extensión, tomada a lo largo de la segunda dirección, estrictamente más pequeña que la distancia que separa el techo virtual del suelo virtual, dejará por tanto una distancia abierta finita a lo largo de la segunda dirección Y libre de obstáculos.

5 Esta distancia abierta finita puede proporcionar acceso a más elementos distantes del entorno, tal como la pared 21, para el sensor 10 de medición de distancia.

Únicamente a modo de ilustración, tales elementos no referenciales pueden comprender cajas, carros, palés, productos almacenados y similares.

Un entorno que comprende una caja 22 se muestra por ejemplo en la figura 3a en la que una caja 22 se sitúa por ejemplo en frente de una pared 21.

10 La extensión de la caja 22 a lo largo de la dirección Y es estrictamente más pequeña que la distancia que separa el techo 31 virtual del suelo 32 virtual.

La caja 22 se detectará por tanto como un elemento no referencial, tal como se explicará en más detalle más adelante.

15 La extensión de la pared 21 a lo largo de la dirección Y vertical es igual o mayor que la distancia que separa el techo 31 virtual del suelo 32 virtual.

La pared 21 será detectada por tanto como un elemento de referencia, tal como se explicará en más detalle más adelante.

Diversos conjuntos de posiciones 40 de puntos del interior se ilustran en las figuras 3a, 3b y 3c.

20 Un conjunto de posiciones 40a de puntos del interior, tomados a lo largo de la línea 41 vertical, puede comprender puntos del entorno de la pared 21a y puntos del entorno de la caja 22a.

25 Debido a que la caja 21 está situada en frente de la pared 21 y debido a que su extensión, tomada a lo largo de la segunda dirección Y, es estrictamente más pequeña que la distancia que separa el techo 31 virtual del suelo 32 virtual, algunos puntos del entorno de la pared 21a comprendidos en el conjunto de posiciones 41a de puntos del interior están situados más lejos del aparato 1 que algunos puntos del entorno de la caja 22a comprendidos en el conjunto de posiciones 40a de puntos del interior.

Consecuentemente, la distancia D_i , tomada a lo largo de la primera dirección X, que separa dichos puntos del entorno de la pared 21a del aparato 1, o del sensor 10 de medición de distancia, es que la distancia D_i que separa dichos puntos del entorno de la caja 22a del aparato 1, o del sensor 10 de medición de distancia.

30 Debido a que un conjunto de posiciones de puntos de referencia del entorno corresponde a posiciones del conjunto de puntos del interior, o el conjunto de posiciones de puntos del entorno, cuya distancia es la distancia en el conjunto de distancias, se identifica la pared 21 como un elemento de referencia.

De forma similar, los puntos del entorno de la caja 22a cuyas distancias no son las distancias mayores entre el conjunto de distancias, se identifican como posiciones de puntos del entorno no referenciales.

La caja 21 se identifica por tanto como un elemento no referencial del entorno 2.

35 El presente método proporciona de este modo una manera de distinguir elementos no referenciales de elementos de referencia con una alta probabilidad de éxito.

En referencia a la figura 3b, se ilustra un ejemplo de identificación con éxito de una columna 50 como elemento de referencia de un entorno 2.

40 La columna 50 se sitúa en frente de una pared 21 en el ejemplo de la figura 3b pero debe indicarse que dicha pared 21 no se requiere para la identificación de la columna 50 siempre que la extensión de la columna 50, tomada a lo largo de la segunda dirección, sea igual a, o mayor que, la distancia que separa el techo virtual del suelo virtual.

La Figura 3c ilustra un entorno 2 que comprende una abertura 60 en una primera pared 61 situada en frente de una segunda pared 21 con respecto a un aparato 1.

La abertura 60 separa dos conjuntos de puntos del entorno de la primera pared 61 o dos elementos del entorno 2: un conjunto de puntos 62a del entorno superiores de la primera pared, que pertenecen a una primera pared 62 superior; y un conjunto de puntos 63a del entorno inferiores de la primera pared, que pertenecen a una primera pared 63 inferior.

- 5 Debido a que las extensiones verticales de estos dos conjuntos de puntos del entorno o dos elementos son estrictamente más pequeñas que la distancia que separa el techo 31 virtual del suelo 32 virtual, estos elementos se identifican como elementos no referenciales del entorno 2.

La primera pared 62 superior y la primera pared 63 inferior de una abertura 60 se identifican por tanto como elementos no referenciales mientras que deberían ser identificados como elementos de referencia.

- 10 Debe señalarse que una cantidad pequeña de identificaciones de falsos negativos y/o falsos positivos no es perjudicial para una buena asociación de un mapa predeterminado con un mapa del entorno en tiempo real, y para las demás ventajas detalladas más anteriormente.

La localización del techo virtual y el suelo virtual pueden ajustarse estableciendo valores para el valor y_C de techo y el valor y_F de suelo que se ajustan al entorno de la realización de la invención.

- 15 El valor y_C de techo y el valor y_F de suelo respectivamente definen la localización del techo virtual y el suelo virtual a lo largo de la segunda dirección.

En algunas realizaciones de la invención, la primera coordenada del conjunto de posiciones del entorno, pueden agruparse o cuantificarse con un primer intervalo de agrupamiento.

- 20 Por tanto, las primeras coordenadas que caen dentro de un intervalo cuyo ancho es igual al primer intervalo de agrupamiento se reemplazan por un valor representativo de ese intervalo. Este valor puede ser el valor central del intervalo o un índice arbitrario que indica dicho intervalo.

De esta forma, las desviaciones de algunas alineaciones de puntos del entorno de la primera dirección puede compensarse. Estas desviaciones pueden surgir, por ejemplo, a partir de incertidumbres en las mediciones o inclinaciones de los elementos en el entorno.

- 25 La segunda coordenada del conjunto de posiciones del entorno, pueden también agruparse o cuantificarse con un segundo intervalo de agrupamiento.

De esta manera, las desviaciones de algunas alineaciones de puntos del entorno a partir de la segunda dirección pueden compensarse. Estas desviaciones pueden surgir, por ejemplo, a partir de incertidumbres en las mediciones o inclinaciones en el entorno.

- 30 En otra realización, las posiciones pueden comprender una tercera coordenada a lo largo de una tercera dirección, no colineal con la primera y la segunda direcciones.

Ha de señalarse que el orden específico de las operaciones expuestos anteriormente podrían cambiarse sin apartarse de la invención.

Parte de las anteriores operaciones podrían combinarse también en operaciones únicas.

- 35 La orden de las etapas descritas anteriormente podrían también intercambiarse en algunas realizaciones sin apartarse de la invención.

En particular la primera etapa 110 de proporcionar un valor y_C de techo y un valor y_F de suelo podría realizarse durante y después de la segunda etapa 120 de medición o durante o después de la tercera etapa 130 de determinación.

- 40 La primera etapa 110 podría reiterarse varias veces para adaptar el valor y_C y el valor y_F del suelo a las posiciones de los puntos del entorno medidos.

Podría reiterarse durante y después de la segunda etapa 120 de medición o durante o después de la tercera etapa 130 de determinación.

Las etapas descritas anteriormente podrían combinarse entre sí en menos etapas.

Diversas operaciones de la tercera etapa 130 de determinación podrían realizarse durante la segunda etapa 120 de medición.

Por ejemplo, la primera operación de la tercera etapa 131, que comprende la definición de un conjunto de posiciones de puntos del interior, puede realizarse directamente durante la segunda etapa 120 de medición.

- 5 El cálculo del conjunto de distancias, realizado en la segunda operación de la tercera etapa 132, podría también realizarse durante la segunda etapa 120.

Aunque se han descrito diversos aspectos de la invención con detalles en particular, y en referencia a realizaciones específicas, debe entenderse que estas realizaciones no han de considerarse limitativas del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar elementos de referencia de un entorno para asociar un mapa predeterminado con un mapa del entorno en tiempo real, comprendiendo el método al menos las etapas de:

5 - proporcionar un valor de techo y un valor de suelo, correspondiendo estos valores respectivamente a un techo (31) virtual o real y a un suelo (32) virtual o real en el entorno (2);

10 - medir, utilizando un sensor (10) de medición de distancia, conjuntos (40) de posiciones de puntos del entorno, comprendiendo cada una de dichas posiciones al menos una primera coordenada a lo largo de una primera dirección (X) y una segunda coordenada a lo largo de una segunda dirección (Y) no colineal con la primera dirección (X), donde cada conjunto (40) de posiciones de puntos del entorno está alineado a lo largo de una línea (41) recta;

15 - determinar elementos de referencia y elementos no referenciales del entorno, comprendiendo cada elemento de referencia un conjunto de posiciones de puntos de referencia del entorno, comprendiendo dicho conjunto de posiciones de puntos del entorno al menos una posición de un conjunto (40) de posiciones de puntos del entorno

* cuya segunda coordenada es estrictamente menor que el valor de techo y estrictamente mayor que el valor de suelo, y

20 * cuya distancia hasta el sensor de medición de distancia, tomada a lo largo de la primera dirección, es la distancia mayor en un conjunto de distancias de dicho un conjunto (40) de puntos del entorno hasta el sensor de medición de distancia, donde dichas distancias se toman a lo largo de la primera dirección (X),

correspondiendo dichos elementos no referenciales a posiciones de un conjunto (40) de posiciones de puntos del entorno, cuya distancia hasta el sensor de medición de distancia, tomada a lo largo de la primera dirección (X), no es la distancia mayor en un conjunto de distancias de dicho un conjunto de puntos del entorno hasta el sensor de medición de distancia, donde dichas distancias se toman a lo largo de la primera dirección (X).

25 2. El método según la reivindicación 1, en donde la primera y la segunda direcciones (X, Y) son perpendiculares, correspondiendo dicha segunda dirección (Y) a una dirección vertical del entorno.

3. El método según la reivindicación 1 o reivindicación 2, en donde la etapa de determinación comprende al menos las operaciones de:

30 - definir un conjunto de posiciones de puntos del interior que comprenden posiciones de cada conjunto de posiciones de puntos del entorno cuya segunda coordenada es estrictamente menor que el valor de techo y estrictamente mayor que el valor de suelo,

- calcular, para cada posición de puntos en dicho conjunto de posiciones de puntos del interior, una distancia, tomada a lo largo de la primera dirección, que separa dicho punto del sensor de medición de distancia, para obtener dicho conjunto de distancias;

35 - identificar dicho conjunto de posiciones de puntos de referencia del entorno correspondiente a posiciones de un conjunto de posiciones de puntos del interior cuya distancia es la distancia mayor del conjunto de distancias,

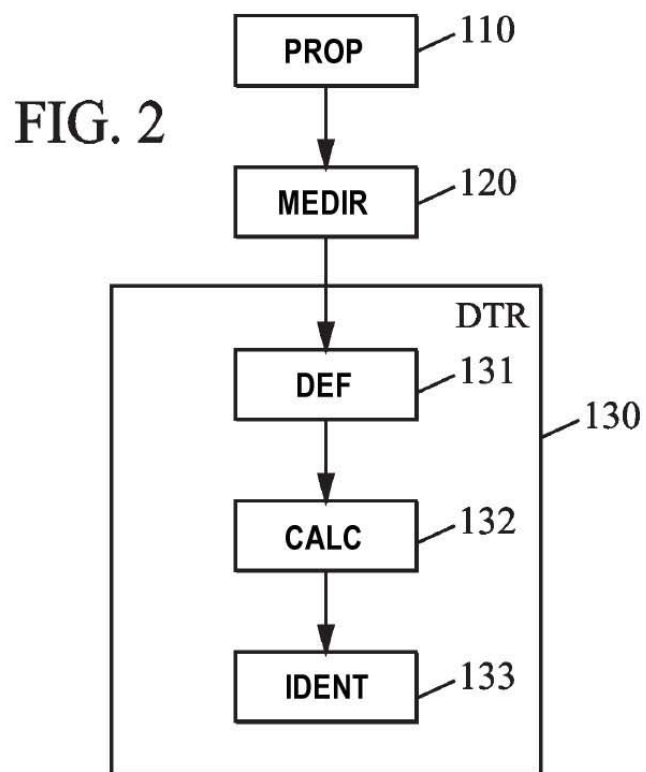
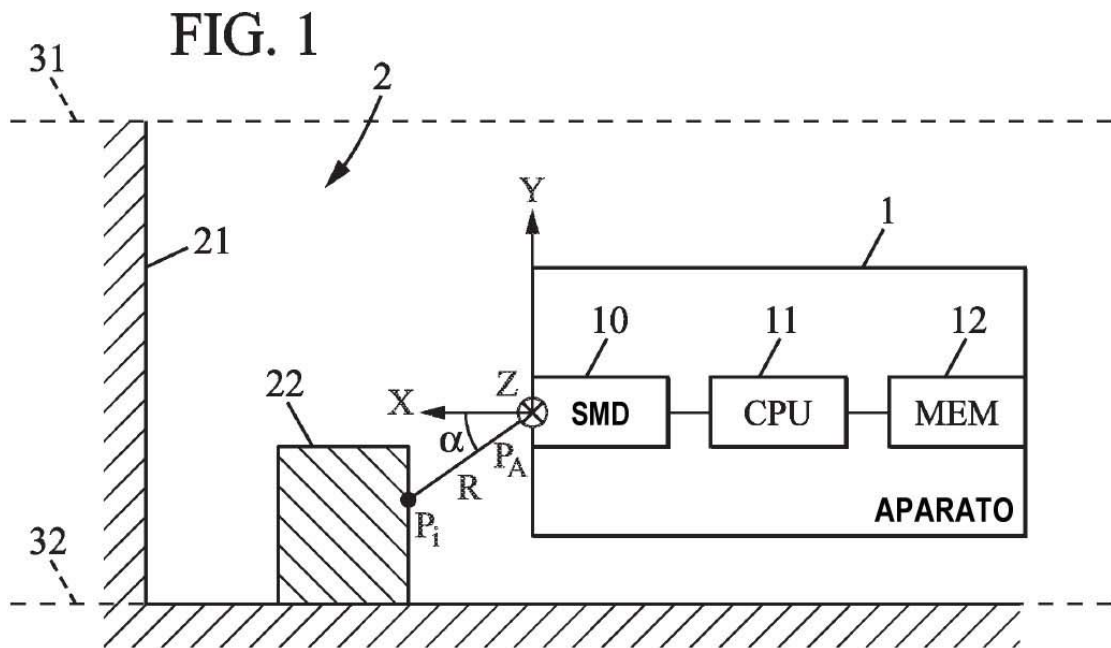
40 - identificar dichos elementos no referenciales correspondientes a posiciones de un conjunto de posiciones de puntos del interior, cuya distancia hasta el sensor de medición de distancia, tomada a lo largo de la primera dirección, no es la distancia mayor en un conjunto de distancias de dicho un conjunto de puntos del interior hasta el sensor de medición de distancia, donde dichas distancias se toman a lo largo de la primera dirección.

4. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha línea (41) recta está alineada con la segunda dirección (Y).

45 5. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sensor (10) de medición de distancia comprende un láser.

6. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las primeras coordenadas de un conjunto de posiciones de puntos se agrupan con un primer intervalo de agrupamiento.
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las segundas coordenadas de un conjunto de posiciones de puntos se agrupan con un segundo intervalo de agrupamiento.
- 5 8. Un aparato para determinar elementos de referencia de un entorno para asociar un mapa predeterminado con un mapa del entorno en tiempo real, comprendiendo el aparato:
- 10 - un sensor (10) de medición de distancia para medir conjuntos (40) de posiciones de puntos del entorno, cada una de dichas posiciones comprendiendo al menos una primera coordenada a lo largo de una primera dirección (X) y una segunda coordenada a lo largo de una segunda dirección (Y) no colineal con la primera dirección (X), donde cada conjunto (40) de posiciones de puntos del entorno está alineada a lo largo de una línea (41) recta;
- una memoria para almacenar un valor de techo proporcionado, un valor de suelo proporcionado, correspondiendo estos valores respectivamente a un techo (31) virtual o real y a un suelo (32) virtual o real, y para almacenar dichos conjuntos de posiciones de puntos del entorno;
- 15 - un procesador para determinar elementos de referencia y elementos no referenciales del entorno, cada elemento de referencia comprendiendo un conjunto de posiciones de puntos de referencia del entorno correspondiente a posiciones de un conjunto de posiciones de puntos del entorno
- * cuya segunda coordenada es estrictamente menor que el valor de techo y estrictamente mayor que el valor de suelo, y
- 20 * cuya distancia hasta el sensor de medición de distancia, tomada a lo largo de la primera dirección, es la distancia mayor en un conjunto de distancias de dicho un conjunto (40) de puntos del entorno hasta el sensor de medición, donde dichas distancias se toman a lo largo de la primera dirección (X),
- dichos elementos no referenciales correspondiendo a posiciones de un conjunto (40) de posiciones de puntos del entorno, cuya distancia hasta el sensor de medición de distancia, tomada a lo largo de la primera dirección (X), no es la distancia mayor en un conjunto de distancias de dicho un conjunto (40) de puntos del entorno hasta el sensor (10) de medición de distancia, donde dichas distancias se toman a lo largo de la primera dirección (X).
- 25 9. El aparato según la reivindicación 8, en donde la primera y la segunda direcciones (X, Y) son perpendiculares, correspondiendo dicha segunda dirección (Y) a una dirección vertical del entorno.
- 30 10. El aparato según la reivindicación 8 o reivindicación 9, en donde el sensor (10) de medición de distancia comprende un láser.
11. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en donde dicha línea (41) recta está alineada con la segunda dirección (Y).
12. Un robot móvil que comprende el aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11.
- 35 13. Dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en un procesador de un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8-11, realizan el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
14. Programa de ordenador que, cuando se ejecuta en un procesador de un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8-11, realiza el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

40



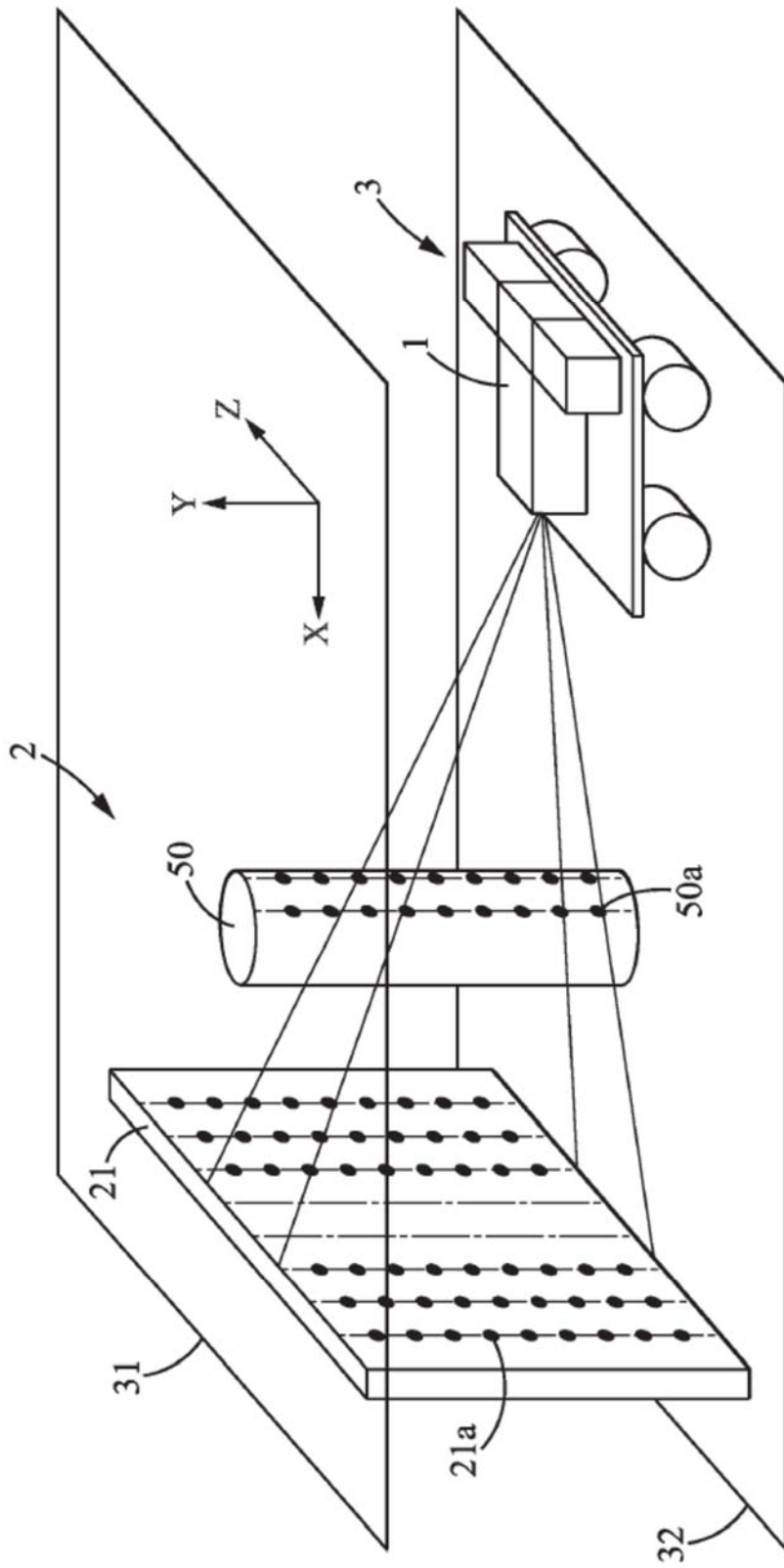


FIG. 3b

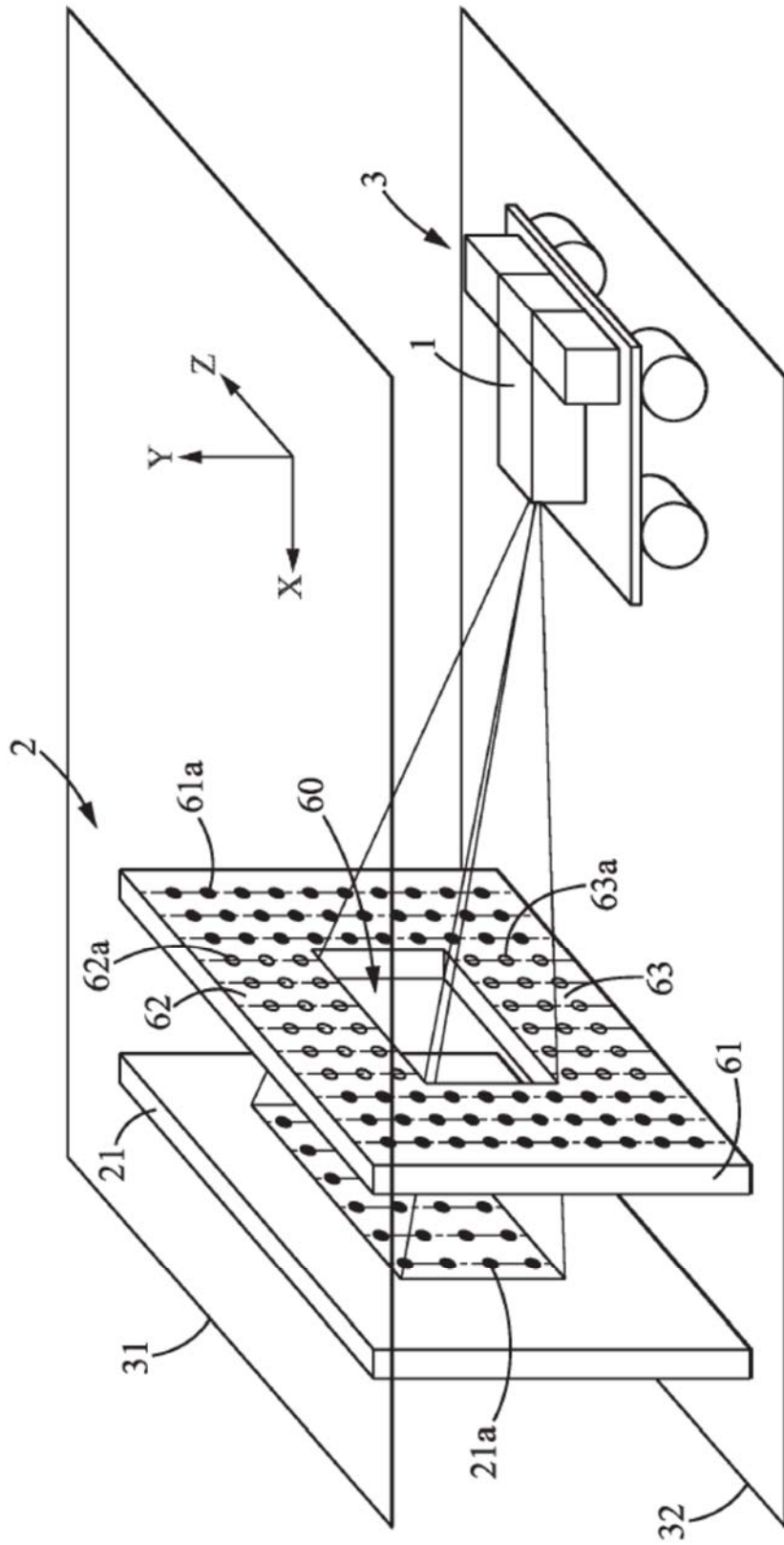


FIG. 3c