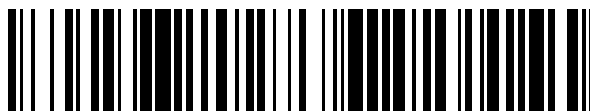


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 755**

51 Int. Cl.:

**G01S 17/46** (2006.01)

**G01S 17/02** (2006.01)

**G05D 1/02** (2006.01)

**B25J 9/16** (2006.01)

**G01S 17/06** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.08.2013** **PCT/EP2013/067500**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014** **WO14033055**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2013** **E 13756056 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016** **EP 2888603**

54 Título: **Sistema de posicionamiento de un robot**

30 Prioridad:

**27.08.2012 SE 1200514**

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

**03.05.2017**

73 Titular/es:

**AKTIEBOLAGET ELECTROLUX (100.0%)**

**S:t Göransgatan 143**

**105 45 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**HAEGERMARCK, ANDERS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 610 755 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

Sistema de posicionamiento de un robot

La presente invención se refiere a un sistema de posicionamiento de un robot y a un método de posicionamiento de un robot.

## 5 ANTECEDENTES

En múltiples sectores tecnológicos es deseable utilizar robots con un comportamiento autónomo, de modo que se puedan mover libremente alrededor de un espacio sin chocar con posibles obstáculos.

10 A modo de ejemplo, existen en la técnica los aspiradores robóticos con la capacidad de aspirar una habitación de manera más o menos autónoma, en la cual están ubicados muebles, tales como mesas, sillas y otros obstáculos tales como paredes y escaleras. Tradicionalmente, estos aspiradores robóticos se han desplazado en una habitación por medio de la utilización de, p. ej., ultrasonidos u ondas de luz. Además, los aspiradores robóticos deben estar complementados habitualmente con sensores adicionales, tales como sensores de escaleras, sensores de seguimiento de paredes y diversos transpondedores para trabajar con precisión.

15 Un gran número de aspiradores robóticos de la técnica anterior utilizan una tecnología denominada Localización y Mapeo Simultáneos (SLAM, por sus siglas en inglés). SLAM está relacionada con el problema de que un robot móvil realice un mapa de un entorno desconocido, mientras que al mismo tiempo se desplaza por el entorno utilizando el mapa. Habitualmente, esto se combina con un láser de exploración horizontal para la medición del rango. Además, se utiliza la odometría para proporcionar una posición aproximada del robot según se mide mediante el movimiento de las ruedas del robot.

20 El documento US 2002/0091466 expone un robot móvil con una primera cámara dirigida hacia el techo de una habitación para reconocer una señal base en el techo, una línea láser para emitir un haz de luz lineal hacia un obstáculo, y una segunda cámara para reconocer un haz de luz lineal reflejado del obstáculo. La línea láser emite un haz en forma de una línea recta que se extiende horizontalmente por delante del robot móvil.

25 El documento US 2005/0088643 expone un método y sistema para identificar un borde sembrado de un cultivo que facilita el guiado de una máquina agrícola o de otro vehículo de trabajo a lo largo del borde sembrado, en la zona de transición entre las partes cosechadas y no cosechadas de un campo. Un transmisor emite un patrón de radiación transmitida dentro de una zona espacial definida. Un receptor recoge una imagen de la zona espacial definida. Un detector detecta una presencia del borde sembrado, entre una parte cosechada y no cosechada de un campo en función de un patrón de radiación de iluminación observado en una parte no cosechada. Un procesador de datos  
30 identifica los datos de las coordenadas, en la imagen recogida, asociados con el borde sembrado detectado.

## COMPENDIO

Un objeto de la presente invención es solucionar, o al menos mitigar estos problemas de la técnica y proporcionar un sistema de posicionamiento de robots mejorado.

35 Este objetivo se logra mediante los métodos y sistemas respectivos para posicionar un robot, tal como se definen en las reivindicaciones.

De manera ventajosa, el sistema de posicionamiento de robots de acuerdo con las realizaciones de la presente invención crea una representación del entorno en la que el sistema se configura de modo que opere registrando los datos de imagen que son resultado de la luz reflejada contra los objetos ubicados dentro del entorno iluminado. Un sensor de posicionamiento de la técnica anterior ejecuta normalmente miles de mediciones cada segundo con el fin  
40 de generar grandes cantidades de datos que se deben procesar para posicionar el robot en el que está dispuesto el sensor de posicionamiento. Por el contrario, el sistema de posicionamiento de robots de la presente invención ejecuta una cantidad similar de mediciones, pero utiliza únicamente una pequeña cantidad de los datos resultantes para su posicionamiento. El sistema de posicionamiento de robots de la presente invención considera únicamente los datos de las imágenes registradas a lo largo de una superficie plana obtenidos mediante las líneas láser  
45 verticales proyectadas mediante el láser lineal. Esta diferencia en comparación con los sensores de posicionamiento de la técnica anterior está más acentuada aún más en el caso de que el entorno para el cual se debe crear la representación contenga muchos objetos, ya que cada pequeño detalle se representará mediante el procesamiento de una cantidad relativamente pequeña de datos de imagen. Al contrario que con muchos sistemas de posicionamiento de robots de la técnica anterior, no se requiere un sensor de suelo, p. ej., para evitar que el robot  
50 caiga de manera accidental por una escalera.

Una ventaja adicional es que el sistema de posicionamiento de robots se puede utilizar para detectar polvo y restos por delante de un aspirador robótico, en el que se puede disponer el sistema de posicionamiento. Incluso pequeñas partículas en el suelo iluminadas mediante los láseres lineales reflejarán considerablemente más luz que un suelo

limpio y se pueden detectar fácilmente registrando la variación de la luz reflejada.

Otra ventaja adicional es que incluso sin emprender un análisis complejo de la fotografía y sin construir una representación completa del entorno, se pueden utilizar directamente los datos de píxeles/imágenes de una fotografía registrada para detectar obstáculos, bordes y paredes. Cada píxel se puede tomar como un detector de obstáculos para un punto pequeño en el espacio, y cada píxel que detecta la luz láser se puede traducir de manera sencilla a cuanto más se puede mover el robot hasta que entre en contacto con un objeto. Por tanto, el sistema de posicionamiento de robots de acuerdo con las realizaciones de la presente invención permite proporcionar datos precisos y relevantes para desplazarse superando obstáculos a corta distancia.

En una realización adicional de la presente invención, el sistema de posicionamiento de robots comprende además un segundo láser lineal dispuesto de modo que ilumine el espacio dentro del campo de visión de la cámara proyectando líneas láser verticales. En esta realización particular, la unidad de procesamiento está dispuesta de modo que extraiga, a partir de la fotografía registrada, los datos de imagen que representan una línea respectiva formada por las líneas láser verticales del primer y segundo láser lineal que se reflejan contra un objeto ubicado en el espacio. Además, la unidad de procesamiento está dispuesta de modo que cree, a partir de la línea extraída respectiva, una representación del espacio iluminado a lo largo de las líneas láser proyectadas del primer y segundo láser lineal.

De manera ventajosa, en caso de utilizar dos fuentes de luz, se mejora la precisión del posicionamiento y las fotografías registradas contendrán más información para facilitar la creación de una representación detallada del entorno en el que opera el sistema de posicionamiento de robots.

En una realización adicional de la presente invención, el primer y segundo láser lineal están dispuestos en un lado respectivo de la cámara a lo largo de un eje que es perpendicular a un eje óptico de la cámara. De manera ventajosa, con esta disposición, el láser lineal respectivo se puede montar tan lejos como sea posible de la cámara, lo que ilumina, por tanto, el mayor espacio posible.

En otra realización más de la presente invención, se dispone un filtro óptico en la cámara, donde dicho filtro óptico está adaptado a una longitud de onda de la luz emitida por el primer (y segundo) láser lineal. De manera ventajosa, la cámara se puede hacer sensible a la longitud de onda particular utilizada por el o los láseres lineales, por lo que registra únicamente la luz reflejada desde los láseres lineales.

En una realización, la cámara es una cámara de semiconductor complementario de óxido metálico (CMOS).

En otra realización más de la presente invención, se dispone el sistema de posicionamiento de robots, de modo que pueda rotar, alrededor de un eje vertical. Esto se puede lograr montando de manera fija el sistema de posicionamiento de robots en el aspirador robótico y rotando el aspirador, o montando el sistema de posicionamiento de robots, de modo que pueda rotar, en el aspirador robótico. De manera ventajosa, el sistema de posicionamiento de robots se puede configurar de modo que rote y la cámara registre fotografías de todo el entorno en el que se configura para operar el aspirador. Por tanto, se puede obtener una representación completa del entorno.

En otra realización más de la presente invención, el sistema de desplazamiento del robot comprende además un sistema de posicionamiento para estimar una posición instantánea del sistema de posicionamiento del robot. Esto es ventajoso ya que se puede establecer un origen de coordenadas para cada fotografía registrada y, por tanto, en último caso, para la representación creada.

En una realización adicional de la presente invención, los datos de imagen se mapean en un sistema de coordenadas de un conjunto de sensores de la cámara. De manera ventajosa, cada característica de la imagen de una fotografía registrada se puede asociar, por tanto, con unas coordenadas únicas utilizando el sistema de coordenadas del conjunto de sensores. Por tanto, la representación creada estará asociada a un sistema de coordenadas para facilitar el posicionamiento del aspirador robótico.

Cabe destacar que la invención se refiere a todas las posibles combinaciones de características citadas en las reivindicaciones. Cuando se estudien las reivindicaciones adjuntas y la siguiente descripción se harán evidentes características adicionales de la presente invención y ventajas de esta. Aquellos que son expertos en la técnica se pueden dar cuenta que se pueden combinar diferentes características de la presente invención para crear realizaciones diferentes a aquellas descritas en lo que sigue.

#### DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

La invención se describe ahora, a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

la figura 1 muestra un sistema de posicionamiento de robots de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 2a muestra una vista superior de un aspirador robótico que se dispone con un sistema de posicionamiento

de robots de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 2b muestra la vista superior de la figura 2a con el campo de visión de la cámara señalado de acuerdo con una realización de la presente invención;

5 la figura 2c muestra una vista lateral de un aspirador robótico dispuesto con un sistema de posicionamiento de robots de acuerdo con una realización de la presente invención;

las figuras 3a y 3b ilustran un procedimiento de creación de una representación del entorno en el que opera el robot utilizando un sistema de posicionamiento de robots de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 4 muestra un diagrama de flujo de un método de posicionamiento de un robot de acuerdo con una realización de la presente invención;

10 la figura 5 muestra un diagrama de flujo de un método de posicionamiento de un robot de acuerdo con otra realización de la presente invención; y

la figura 6 ilustra un sistema de posicionamiento de robots de acuerdo con una realización adicional de la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

15 La invención se describirá ahora con más detalle a continuación en la presente haciendo referencia a los dibujos anexos en los que se muestran ciertas realizaciones de la invención. No obstante, la invención se puede realizar de múltiples formas diferentes y no se debería interpretar como que está limitada a las realizaciones explicadas en la presente; sino que más bien, estas realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo de modo que esta exposición  
20 Cabe destacar que el sistema de desplazamiento de robots de acuerdo con las realizaciones de la presente invención utiliza la SLAM para su posicionamiento. La SLAM es ampliamente conocida en la técnica y no se analizará con mayor detalle.

La figura 1 muestra un sistema de posicionamiento de robots de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema de posicionamiento de robots 10 comprende un chasis 11 en el que está ubicado un detector  
25 de luz 12, tal como una cámara CMOS, así como también dos fuentes de luz 13, 14 en forma de láseres lineales. Los láseres lineales 13, 14 están dispuestos de modo que proyecten líneas láser verticales dentro del campo de visión de la cámara CMOS 12. La cámara CMOS 12 registrará, de manera repetida, fotografías del espacio iluminado por los dos láseres lineales 13, 14, de modo que se pueda crear una representación del espacio iluminado para un posicionamiento preciso. Cabe destacar que en una realización de la presente invención, el sistema de  
30 posicionamiento robótico comprende una única fuente de luz. No obstante, en caso de utilizar dos fuentes de luz, se mejora la precisión del posicionamiento y las fotografías registradas contendrán más información para facilitar la creación de una representación detallada del entorno en el que opera el sistema de posicionamiento de robots. A lo largo de toda la descripción, se describirá la utilización de dos láseres lineales.

El procesamiento y la derivación de datos de una representación del espacio iluminado se realiza habitualmente mediante una unidad de procesamiento 15 materializada en forma de uno o más microprocesadores dispuestos de modo, que ejecuten un programa de ordenador 16 respectivo descargado en un medio de almacenamiento 17  
35 adecuado asociado al microprocesador, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria flash o un disco duro. La unidad de procesamiento 15 está dispuesta de modo que, al menos parcialmente, lleve a cabo el método de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, cuando se descarga el programa de ordenador 16 apropiado que comprende instrucciones ejecutables por ordenador al medio de almacenamiento 17 y se ejecuta mediante la unidad de procesamiento 15. El medio de almacenamiento 17 también puede ser un producto con el programa de ordenador que comprende el programa de ordenador 16. Como alternativa, el programa de ordenador se puede transferir al medio de almacenamiento por medio de un producto con el programa de ordenador apropiado,  
40 tal como un disco flexible o una memoria extraíble. Como alternativa adicional, el programa de ordenador 16 se puede descargar al medio de almacenamiento 17 a través de una red. Como alternativa, la unidad de procesamiento 15 se puede materializar en forma de un circuito integrado de aplicación específica (ASIC, por sus siglas en inglés), una matriz de puertas programables en campo (FPGA, por sus siglas en inglés), un dispositivo lógico programable complejo (CPLD, por sus siglas en inglés), etc. Cabe destacar además que en caso de que el sistema de posicionamiento de robots 10 esté integrado con un dispositivo tal como un aspirador robótico, el sistema de  
45 posicionamiento de robots puede utilizar el microprocesador ya disponible en el aspirador.

El sistema de posicionamiento de robots 10 se monta habitualmente en un electrodoméstico tal como un aspirador robótico o un limpia suelos. Cuando se monta en un electrodoméstico robótico, el sistema de posicionamiento de robots está en una realización de la presente invención, dispuesto de modo que pueda rotar alrededor de un eje vertical. Esto se puede lograr montando, de manera fija, el sistema de posicionamiento de robots 10 en el aspirador  
55 robótico y rotando el aspirador, o montando, de modo que pueda rotar, el sistema de posicionamiento de robots 10

en el aspirador robótico.

La figura 2a ilustra una vista superior de un aspirador robótico 20 que dispone de un sistema de posicionamiento de robots de acuerdo con una realización de la presente invención, donde cada uno de los dos láseres lineales 13, 14 ilumina un espacio 21 que está ubicado en el campo de visión de la cámara CMOS 12 por medio de líneas láser verticales 22, 23. Los láseres lineales 13, 14 respectivos se deberían montar tal lejos como sea posible de la cámara CMOS 12, y de ese modo iluminar el mayor espacio 21 posible. Además, el sistema de posicionamiento de robots se debería colocar tan alto como sea posible en el aspirador robótico para crear la mejor perspectiva del entorno en el que debe operar el aspirador robótico.

Con una cámara CMOS 12 y al menos un láser lineal 13, 14, cada fotografía realizada con la cámara se puede utilizar para crear una representación de una parte del espacio iluminado a lo largo de los haces láser 22, 23 emitidos. Como el sistema de posicionamiento de robots y/o el aspirador robótico completo, sobre el que se monta el sistema de posicionamiento de robots, se mueven y rotan, la cámara 12 realiza fotografías, de manera repetida, que contienen información a partir de la cual se pueden derivar datos de imagen con el fin de crear una representación del entorno ubicado dentro del espacio 21 iluminado por los láseres. En una realización, la rotación del sistema de posicionamiento de robots 360 grados mientras realiza fotografías, de manera repetida, creará una pluralidad de fotografías que contienen información en forma de datos de imagen a partir de los cuales se puede crear una representación extremadamente detallada de la geometría del entorno.

La cámara CMOS 12 también se puede utilizar para ubicar unas balizas o transpondedores en el entorno siempre que emitan con la misma longitud de onda que el láser.

Los aspiradores robóticos deben ser capaces de moverse libremente en un espacio y, por tanto, se impulsan mediante baterías. Cabe destacar, que no hay necesidad de una baliza activa en la estación de carga del aspirador de la presente invención, ya que la estación de carga se puede identificar y ubicar mediante su forma o un patrón de reflexión específico en su parte frontal.

La figura 2b ilustra una vista superior de un aspirador robótico 20 que dispone de un sistema de posicionamiento de robots de acuerdo con una realización de la presente invención, en el que cada uno de los dos láseres lineales 13, 14 ilumina un espacio 21 que está ubicado en el campo de visión de la cámara CMOS 12 por medio de líneas láser verticales 22, 23.

Como en la figura 2a, el primer láser lineal 13 y el segundo láser lineal 14 están dispuestos en un lado respectivo de la cámara 12 a lo largo de un eje que es perpendicular a un eje óptico de la cámara. Además, tal como se puede observar en las figuras 2a y 2b, los láseres lineales 13, 14 están dirigidos de modo que sus haces láser 22, 23 respectivos se intersequen dentro del campo de visión de la cámara 12. Habitualmente, la intersección coincide con el eje óptico de la cámara 12.

De manera ventajosa, la configuración direccional de los láseres lineales 13, 14 y el campo de visión 24 de la cámara 12 están dispuestos de modo que la anchura  $w_C$  del espacio iluminado 21, ubicado dentro del campo de visión 24 de la cámara 12, sea mayor que la anchura  $w_R$  del aspirador robótico 20. Por lo tanto, los láseres lineales 13, 14 están dirigidos de modo que la cámara 12, que tiene un campo de visión 24 seleccionado, sea capaz de capturar un espacio iluminado 21 con una anchura  $w_C$  mayor que la anchura  $w_R$  del aspirador robótico 20. Esto es útil para detectar obstáculos, ya que el robot 20 es capaz de percibir los obstáculos que aparecen, al menos, a lo largo de toda su anchura  $w_R$ .

La figura 2c ilustra una vista lateral del aspirador robótico 20 mostrado en las figuras 2a y 2b que dispone de un sistema de posicionamiento de robots de acuerdo con una realización de la presente invención. Por analogía con lo que se explica en relación con la figura 2b, la configuración direccional de los láseres lineales hacen que los haces láser 22, 23 y el campo de visión 24 de la cámara 12 estén dispuestos de manera ventajosa, de modo que la altura  $h_C$  del espacio iluminado 21, que está ubicado dentro del campo de visión 24 de la cámara 12, sea mayor que la altura  $h_R$  del aspirador robótico 20. Por lo tanto, los láseres lineales están dirigidos de modo que la cámara 12, que tiene un campo de visión 24 dado, sea capaz de capturar un espacio iluminado 21 que tenga una altura  $h_C$  mayor que la altura  $h_R$  del aspirador robótico 20. De nuevo, esto es útil para detectar obstáculos, ya que el robot 20 es capaz de percibir los obstáculos que aparecen, al menos, a lo largo de toda su altura  $h_R$ .

En una realización adicional de la presente invención, el sistema de posicionamiento de robots de la presente invención comprende un sensor de polvo para detectar polvo, restos y/o partículas iluminadas por los láseres lineales 13, 14. El sensor de polvo se puede implementar en la práctica mediante el microprocesador 15 analizado anteriormente que ejecuta un programa de ordenador apropiado para lograr una funcionalidad de detección de polvo en un aspirador robótico que está equipado con el sistema de posicionamiento de robots. Por tanto, los láseres lineales 13, 14 iluminan un espacio 21 del que la cámara registra fotografías. A partir de estas fotografías, se pueden extraer los datos de imagen que indican claramente las partículas iluminadas. En el caso de que el aspirador robótico encuentre un área que comprenda partículas, estas se iluminarán y, por tanto, se podrán distinguir de un suelo limpio libre de partículas mediante la utilización del procesamiento de imágenes. Por tanto, el aspirador

robótico se puede controlar, de manera ventajosa, en función de esta información. Por ejemplo, la capacidad de succión se puede aumentar temporalmente cuando pasa sobre un área que comprenda una gran cantidad de partículas, o el aspirador se puede controlar de modo que pase sobre el área un par de veces con el fin de garantizar que se retire todo el polvo y los restos.

Haciendo referencia a las figuras 3a y 3b, se describirá una realización de la presente invención que ilustra un procedimiento de creación de una representación del entorno en el que opera un robot utilizando el sistema de posicionamiento de robots de la presente invención, con respecto al que se puede situar la representación del robot. Los láseres lineales 13, 14 están controlados de modo que emitan luz para crear unas líneas láser verticales 22, 23 respectivas, mientras se opera la cámara CMOS 12 de modo que realice fotografías de manera repetida. Con el fin de minimizar los efectos perjudiciales de la luz ambiental, los láseres lineales se controlan, de manera opcional, para emitir luz con el máximo efecto posible. Además, se puede disponer un filtro óptico por delante de la cámara CMOS para hacer la cámara más perceptiva a la luz emitida por los láseres lineales.

La posición estimada del robot se registra en el instante de realizar la fotografía respectiva aplicando navegación por estima. Este es un método conocido en el que se calcula la posición actual utilizando los datos pertenecientes a una posición determinada anteriormente. Los datos de imagen de cada fotografía se filtran para la reducción del ruido y se extrae una línea que define las líneas láser verticales respectivas, utilizando cualquier método de detección de bordes apropiado, tal como, p. ej., el algoritmo de detección de bordes de Canny. Como la línea respectiva extraída de los datos de imagen pueden ser borrosos, el procesamiento de las imágenes se puede mejorar más extrayendo el centro de las líneas láser presente en la fotografía utilizando, por ejemplo, el denominado método del centro de gravedad en valores de píxeles adyacentes en la línea láser detectada del borde respectiva para calcular el centro de la línea láser.

Como una cámara CMOS está equipada con un conjunto de sensores de luz, donde cada sensor de luz individual (es decir, píxel) en el conjunto representa la luz detectada desde una única posición en el espacio, una fotografía registrada contendrá datos de imagen que representan objetos que los láseres lineales han iluminado, donde dichos datos de imagen se pueden asociar además a coordenadas únicas. Posteriormente, se deriva una lista de coordenadas donde el centro de las líneas láser transcurren en el conjunto de sensores, es decir, en la fotografía registrada. De manera ventajosa, estas coordenadas tendrán una resolución mucho mayor que los píxeles de las fotografías, ya que cada coordenada del centro de la línea láser se calcula a partir de diversos píxeles y de la luz registrada en todos esos píxeles.

Haciendo referencia a las figuras 3a y 3b, y al diagrama de flujo de la figura 4 que ilustra un método de acuerdo con una realización de la presente invención, al tiempo que el aspirador robótico 20 se mueve alrededor de una habitación que se debe limpiar, el primer y segundo láser lineal 13, 14 iluminan, en el paso S101, el espacio 21 en un campo de visión de la cámara CMOS por medio de líneas láser verticales 22, 23 respectivamente. La cámara 12 registra, en el paso S102, fotografías del espacio iluminado 21. Posteriormente, se extraen, en el paso S103, los datos de imagen que representan una línea formada por las líneas láser verticales 22, 23 respectivas de la o las fotografías registradas. A partir de estas líneas extraídas, se crea, en el paso S104, una representación del espacio iluminado a lo largo de las líneas láser proyectadas, ya que las líneas extraídas se pueden asociar con unas coordenadas únicas en el espacio 21. Los láseres lineales iluminan un primer obstáculo en forma de un tope 31 y un segundo obstáculo en forma de pared 32. En la figura 3b, como cada sensor de luz individual de la cámara CMOS 12 representa una posición única en el espacio, una fotografía registrada contiene datos de imagen que representan objetos iluminados y sus coordenadas particulares en el espacio 21. Por tanto, la representación del espacio iluminado a lo largo de las líneas láser proyectadas aparecerá como una sección transversal de la habitación a lo largo de la superficie plana formada por las líneas láser 22, 23 emitidas. Tal como se puede observar, el tope 31 y la pared 32 se pueden encontrar en la figura 3b. Además, se puede calcular con gran precisión donde están ubicados los objetos en la habitación. Por ejemplo, la distancia hasta el tope 31 es 0.5 m, el tope tiene una altura de 0.1 m y una anchura de 0.15 m, etc. Como se registró la posición del robot cuando se tomó la fotografía, una pluralidad de estas representaciones 2D se pueden transformar en el espacio 3D y utilizar para construir un mapa 3D completo de la habitación mientras el robot se mueve y registra de manera continua más secciones de la habitación.

La figura 5 ilustra un método de acuerdo con una realización adicional de la presente invención, en el que se crea la representación por medio de. Los pasos S101-S103 son idénticos a aquellos descritos haciendo referencia a la figura 4. En un paso adicional S103b, los datos de imagen de la fotografía registrada en ese instante se comparan con los datos de imagen de, al menos, una fotografía registrada anteriormente. Esta podría ser la fotografía registrada que la precede directamente, o una fotografía registrada con antelación. La comparación se puede hacer incluso con fotografías registradas con mayor antelación. A continuación, en el paso 103c, la línea extraída de la fotografía registrada en ese instante se ajusta en función de la comparación de los diferentes conjuntos de datos de imagen utilizando navegación por estima. Por tanto, utilizando la información perteneciente a posiciones conocidas previamente, se puede estimar mejor una posición actual, y en caso de perturbaciones (es decir, ruido) en la fotografía, el ruido se puede filtrar ya que dicho ruido no es probable que se mueva a través de la fotografía de una manera esperada cuando se comparan fotografías con un movimiento relativo conocido de una en relación con la

otra.

Por último, en el paso S104', se crea una representación del espacio iluminado a lo largo de las líneas láser proyectadas a partir de la línea extraída y ajustada. Por tanto, al comparar los datos de imagen registrados en ese instante con la representación hecha a partir de datos de imagen registrados anteriormente y aplicar navegación por estima, se puede crear una representación más correcta, con respecto a la cual se puede situar el robot con mayor precisión.

De manera opcional, además de la extracción de las líneas en la fotografía, se extraen la intensidad y la anchura de las líneas. La información de la anchura e intensidad de la línea se puede utilizar para filtrar las líneas que son probablemente falsas. La fluctuación de la intensidad a lo largo de una línea individual se podría utilizar como un indicador de restos, si la línea tiene la posición e inclinación habitual de un suelo. Además, en la práctica, como el robot se inclinará ligeramente hacia delante y hacia atrás, y de lado a lado, mientras se mueve a lo largo del suelo, puede que haya que ajustar los datos de imagen que se utilizan para generar una representación en forma de mapa 3D, p. ej., asumiendo que el suelo sobre el cual se mueve el robot es plano, y hacer un ajuste lineal de los datos de imagen en las fotografías. Como resultado, se ajustan las líneas largas que están cerca de la horizontal en el espacio 3D de modo que sean perfectamente horizontales, se registran los parámetros de la desviación de las líneas casi horizontales y el resto de las líneas se ajustan con los parámetros de desviación correspondientes.

En caso de que se generen grandes cantidades de datos, que representan puntos en el espacio 3D, estos se pueden comprimir para reducir los requisitos de poder de cálculo de la unidad de procesamiento del sistema de posicionamiento de robots, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. Por ejemplo, un número de puntos coherentes en el espacio se puede aproximar por una línea y se registran únicamente los puntos de comienzo y finalización de la línea en memoria y, por tanto, estos representan todos los puntos coherentes en el espacio, y un número de líneas coherentes en el espacio pueden aproximar una superficie.

La figura 6 ilustra una realización adicional del sistema de posicionamiento de robots de acuerdo con la presente invención. Cuando el aspirador robótico 20 se encuentra con un obstáculo, tal como una alfombra 25, que hace que se incline ligeramente, la representación creada puede ser incorrecta, si se asume que el aspirador robótico es paralelo a la superficie que se debe limpiar. Esto es más evidente aún en el caso de que el aspirador robótico 20 pase sobre un umbral, en cuyo caso el aspirador robótico es capaz de inclinarse en cualquier dirección para mover su centro de gravedad con el fin de escalar de manera más sencilla el umbral. Por tanto, en esta realización particular, la representación creada está relacionada con la superficie a través de la cual se mueve el aspirador robótico. Por lo tanto, la representación creada tiene como referencia un sistema de coordenadas que está fijo al suelo y, por tanto, es invariante a la inclinación del robot.

A pesar de que la invención se ha descrito haciendo referencia a realizaciones ilustrativas específicas de esta, para aquellos que son expertos en la técnica serán evidentes múltiples alteraciones, modificaciones y similares diferentes. Por lo tanto, las realizaciones descritas no pretenden limitar el alcance de la invención tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de posicionamiento de un robot que comprende los pasos de:
  - iluminar (S101) un espacio con al menos un primer láser lineal que proyecta líneas láser verticales dentro del campo de visión de una cámara;
  - 5 registrar (S102), con la cámara, una fotografía del espacio iluminado por las líneas láser verticales;
  - extraer (S103), de la fotografía registrada, los datos de imagen que representan una línea formada por las líneas láser verticales que se reflejan contra los objetos ubicados dentro del espacio;
  - comparar (S103b) los datos de imagen de la fotografía registrada con los datos de imagen de, al menos, una fotografía registrada anteriormente;
  - 10 ajustar (S103c) la línea extraída en función de la comparación de dichos datos de imagen utilizando navegación por estima, en la que se registra una posición estimada del robot en el instante del registro de la fotografía respectiva; y
  - crear (S104'), a partir de la línea extraída y ajustada, una representación del espacio iluminado a lo largo de las líneas láser proyectadas, donde el robot está situado con respecto a dicha representación.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, donde los pasos de:
  - iluminar un espacio comprende además iluminar el espacio con al menos un segundo láser lineal que proyecta líneas láser verticales dentro del campo de visión de la cámara;
  - extraer, a partir de la fotografía registrada, los datos de imagen que representan una línea comprende además extraer los datos de imagen que representan una línea formada por las líneas láser verticales del primer y segundo láser lineal; y
  - 20 crear una representación a partir de la línea extraída comprende crear, a partir de las líneas extraídas del primer y segundo láser lineal, una representación del espacio iluminado a lo largo de las líneas láser proyectadas del primer y segundo láser lineal.
3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 que comprende además los pasos de:
  - 25 obtener una estimación de la posición de la cámara; y
  - utilizar la estimación de la posición para crear la representación del espacio iluminado, estando asociada dicha representación a las coordenadas en función de la estimación de la posición.
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende además los pasos de:
  - rotar la cámara alrededor de un eje vertical;
  - 30 registrar, de manera repetida, fotografías a partir de las cuales se crea la representación.
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende además los pasos de:
  - mapear los datos de imagen a unas coordenadas únicas del conjunto de sensores de la cámara; y
  - asignar las coordenadas únicas a las líneas extraídas, donde dicha representación está asociada con las coordenadas únicas.
- 35 6. Un sistema de posicionamiento de robots (10) que comprende:
  - una cámara (12);
  - una unidad de procesamiento (15); y
  - al menos un primer láser lineal (13), dispuesto de modo que ilumine un espacio (21) mediante la proyección de líneas láser verticales (23) dentro del campo de visión de la cámara; donde
  - 40 la cámara se dispone de modo que registre una fotografía del espacio iluminado por las líneas láser verticales; y la unidad de procesamiento se dispone de modo que extraiga, a partir de la fotografía registrada, los datos de imagen que representan una línea formada por las líneas láser verticales que se reflejan contra los objetos ubicados dentro del espacio, compare los datos de imagen de la fotografía registrada con los datos de imagen de al menos una fotografía registrada anteriormente, ajuste la línea extraída en función

de la comparación de dichos datos de imagen utilizando navegación por estima, en la que se registra una posición estimada del robot en el instante de registro de la fotografía respectiva, y además cree, a partir de la línea extraída y ajustada, una representación del espacio iluminado a lo largo de las líneas láser proyectadas, donde el robot en el que se dispone el sistema de posicionamiento de robots se sitúa con respecto a dicha representación.

7. El sistema de posicionamiento de robots (10) de la reivindicación 6, que comprende además:

un segundo láser lineal (14) dispuesto de modo que ilumine el espacio (21) dentro del campo de visión de la cámara (12) proyectando líneas láser verticales (22); donde

la unidad de procesamiento (15) se dispone de modo que extraiga, a partir de la fotografía registrada, los datos de imagen que representan una línea respectiva formada por las líneas láser verticales del primer y segundo láser lineal y además cree, a partir de la línea extraída respectiva, una representación del espacio iluminado a lo largo de las líneas láser proyectadas del primer y segundo láser lineal.

8. El sistema de posicionamiento de robots (10) de la reivindicación 7, donde el primer (13) y segundo (14) láser lineal mencionado se disponen en un lado respectivo de la cámara (12) a lo largo de un eje que es perpendicular a un eje óptico de la cámara.

9. El sistema de posicionamiento de robots (10) de las reivindicaciones u 8, donde el primer (13) y segundo (14) láser lineal mencionado se disponen de modo que estén dirigidos de tal manera que sus haces láser (23, 22) respectivos se intersequen dentro del campo de visión de la cámara (12).

10. El sistema de posicionamiento de robots (10) de cualquiera de las reivindicaciones 7-9, donde la dirección del primer (13) y segundo (14) láser lineal mencionado y el campo de visión (24) de la cámara (12) se disponen de modo que la anchura ( $w_c$ ) del espacio iluminado (21) ubicado dentro del campo de visión de la cámara sea mayor que la anchura ( $w_R$ ) del robot en el que se dispone el sistema de posicionamiento de robots.

11. El sistema de posicionamiento de robots (10) de cualquiera de las reivindicaciones 7-10, donde la dirección del primer (13) y segundo (14) láser lineal mencionado y el campo de visión (24) de la cámara (12) se disponen de modo que la altura ( $h_c$ ) del espacio iluminado (21) ubicado dentro del campo de visión de la cámara sea mayor que la altura ( $h_R$ ) del robot en el que se dispone el sistema de posicionamiento de robots.

12. El sistema de posicionamiento de robots de cualquiera de las reivindicaciones 6-11, donde dicha unidad de procesamiento (15) se dispone además para:

mapear los datos de imagen a coordenadas únicas del conjunto de sensores de la cámara (12); y

asignar las coordenadas únicas a las líneas extraídas, donde dicha representación está asociada a las coordenadas únicas.

13. El sistema de posicionamiento de robots de cualquiera de las reivindicaciones 6-12, que comprende además:

un sensor de polvo dispuesto de modo que detecte las partículas iluminadas por el primer (13) y segundo (14) láser lineal mediante la extracción de los datos de imagen que indican las partículas iluminadas, donde se puede controlar el funcionamiento del robot en el que se dispone el sistema de posicionamiento de robots en respuesta a las partículas detectadas.

14. El sistema de posicionamiento de robots de cualquiera de las reivindicaciones 6-13, donde dicha unidad de procesamiento (15) se dispone además de modo que relacione la representación creada con un sistema de coordenadas que está fijo a una superficie a lo largo de la cual se mueve el robot.

15. Un programa de ordenador (17) que comprende componentes ejecutables por ordenador para hacer que un dispositivo (10) realice, al menos partes, de los pasos citados en cualquiera de las reivindicaciones 1-5, cuando los componentes ejecutables por ordenador se ejecutan en una unidad de procesamiento (15) incluida en el dispositivo.

16. Un producto con el programa de ordenador (16) que comprende un medio legible por ordenador, donde el medio legible por ordenador tiene el programa de ordenador (17) de acuerdo con la reivindicación 15 incorporada en la presente.

17. Un aspirador robótico (20) que dispone del sistema de posicionamiento de robots (10) de cualquiera de las reivindicaciones 6-16.

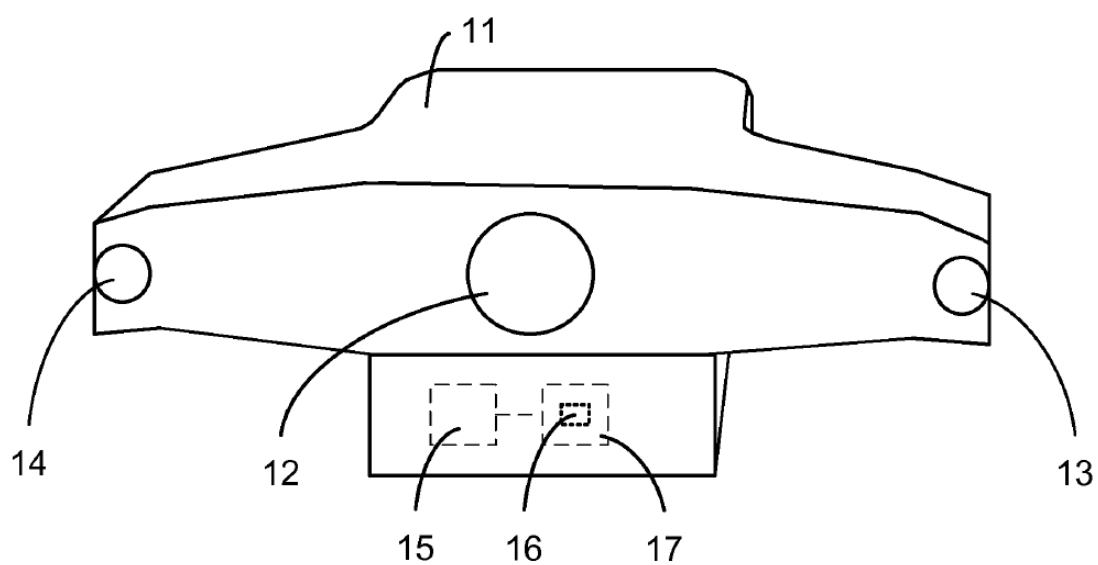


Fig. 1

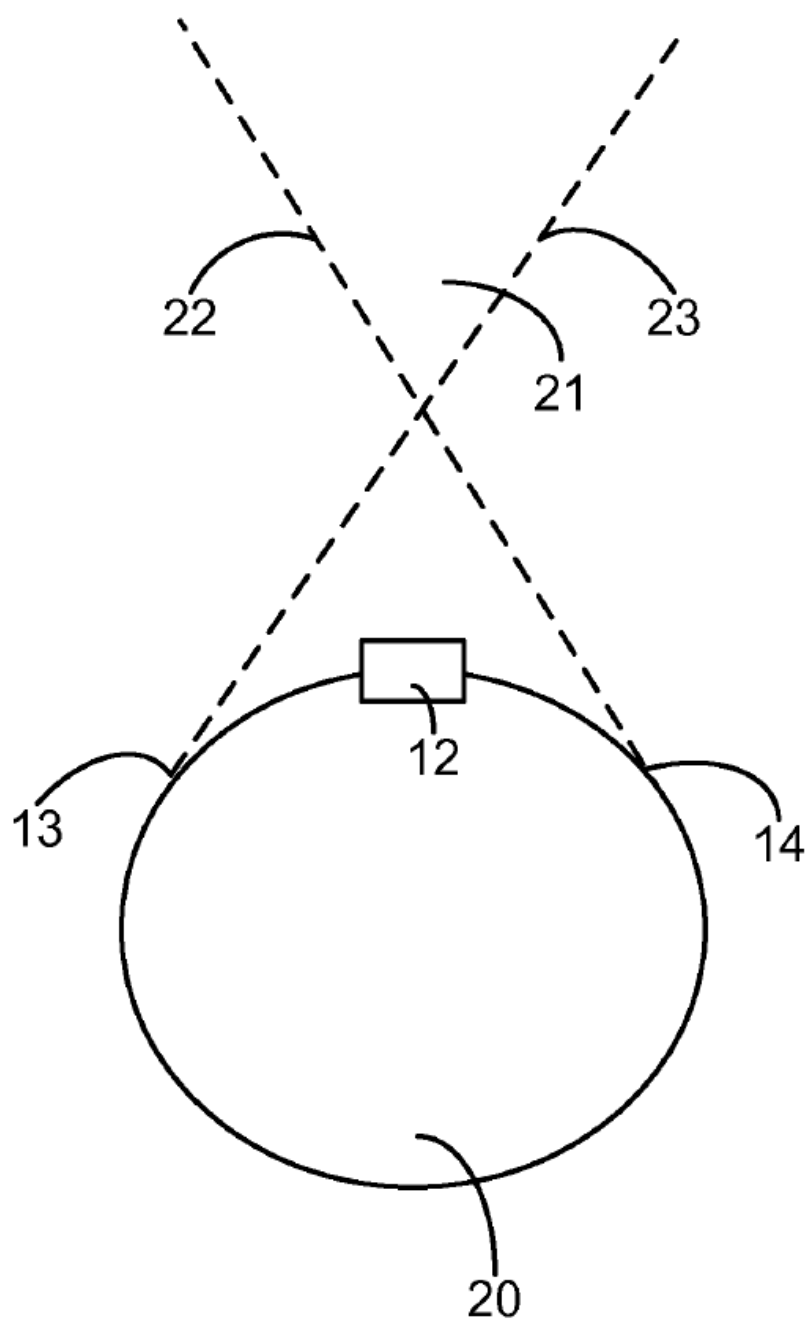


Fig. 2a

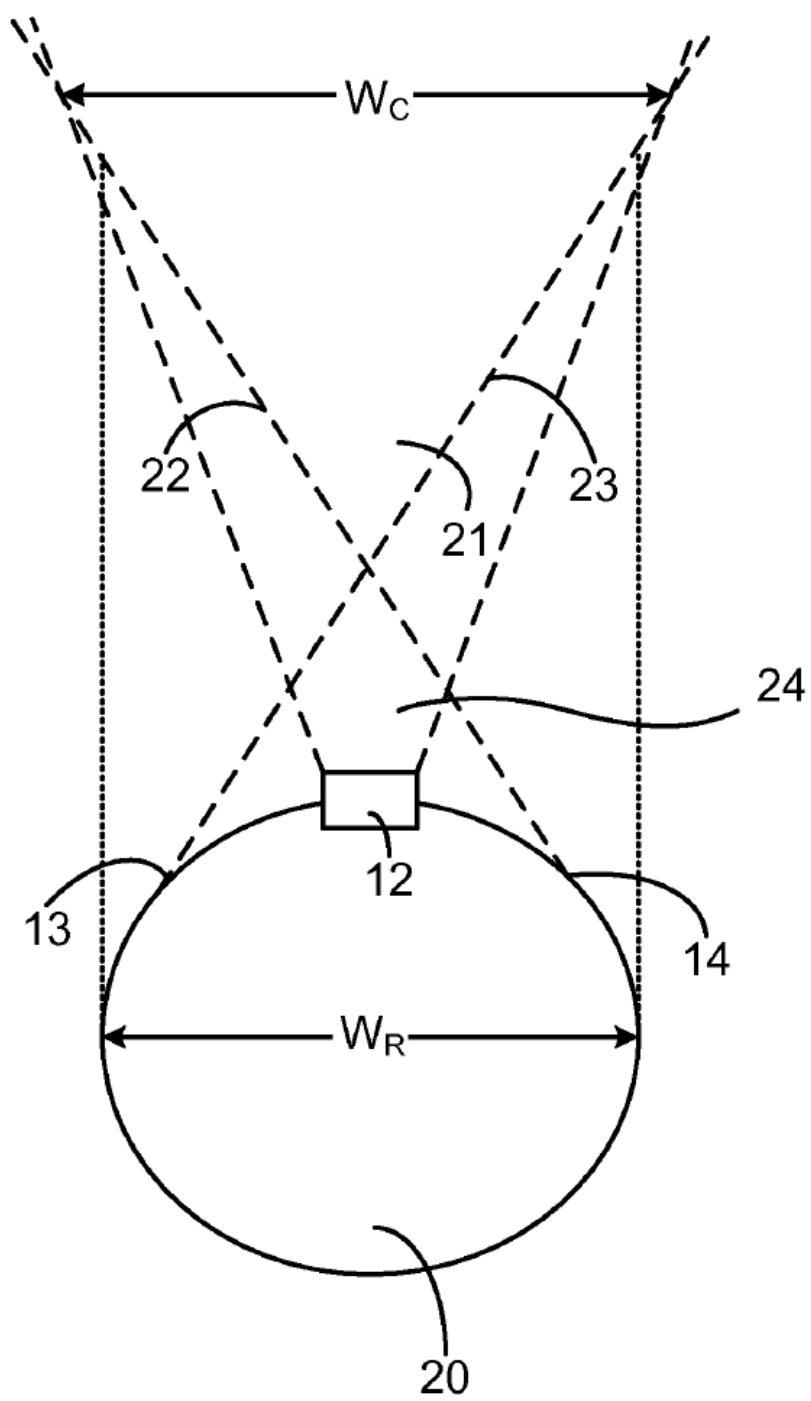


Fig. 2b

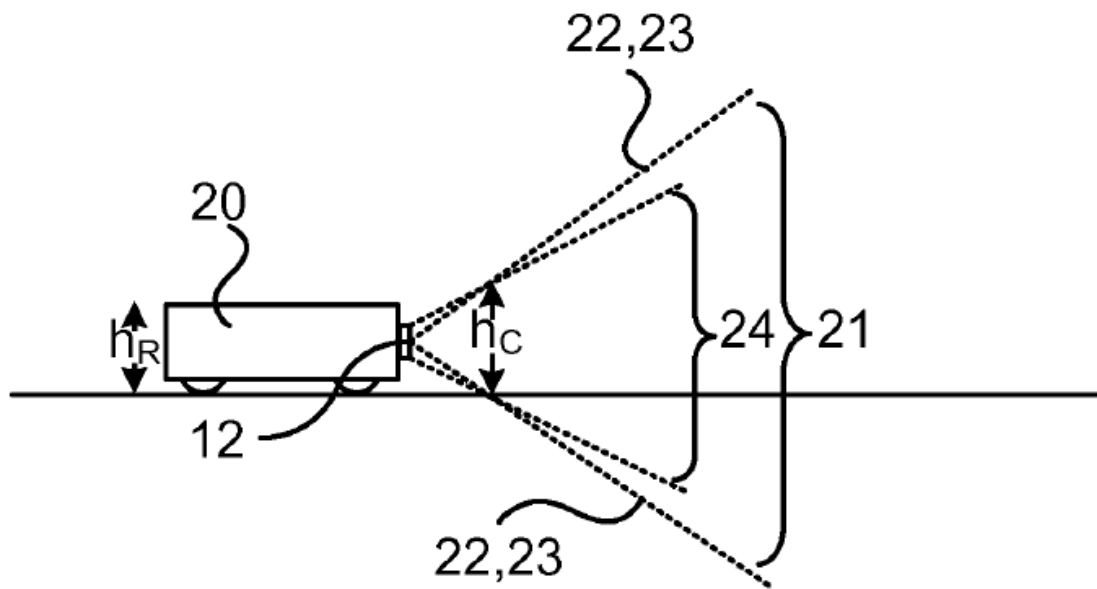


Fig. 2c

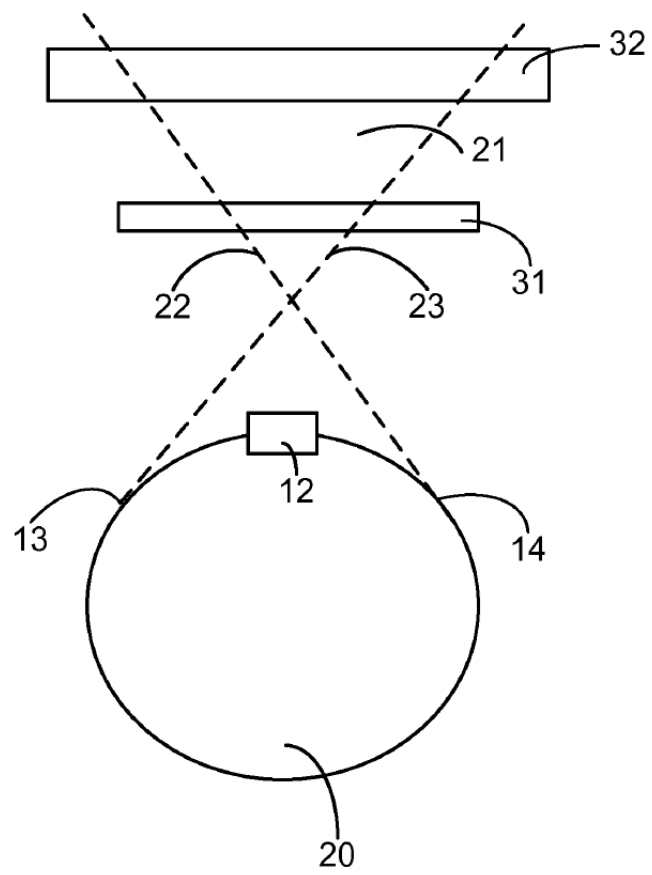


Fig. 3A

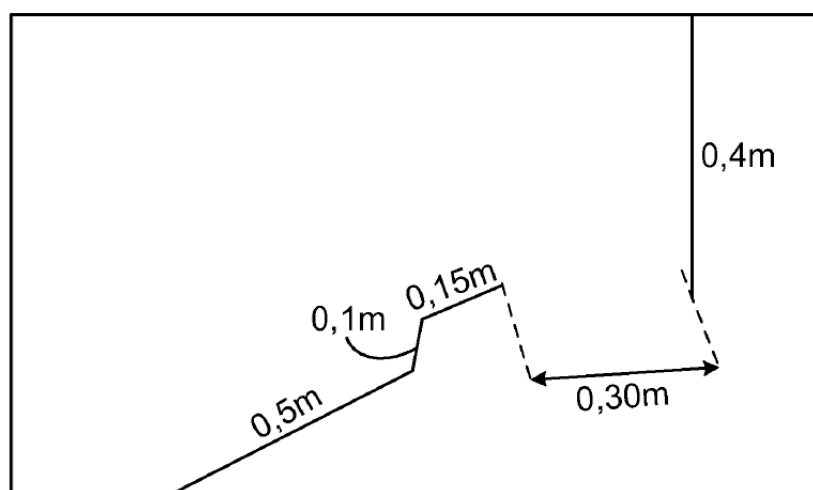


Fig. 3B

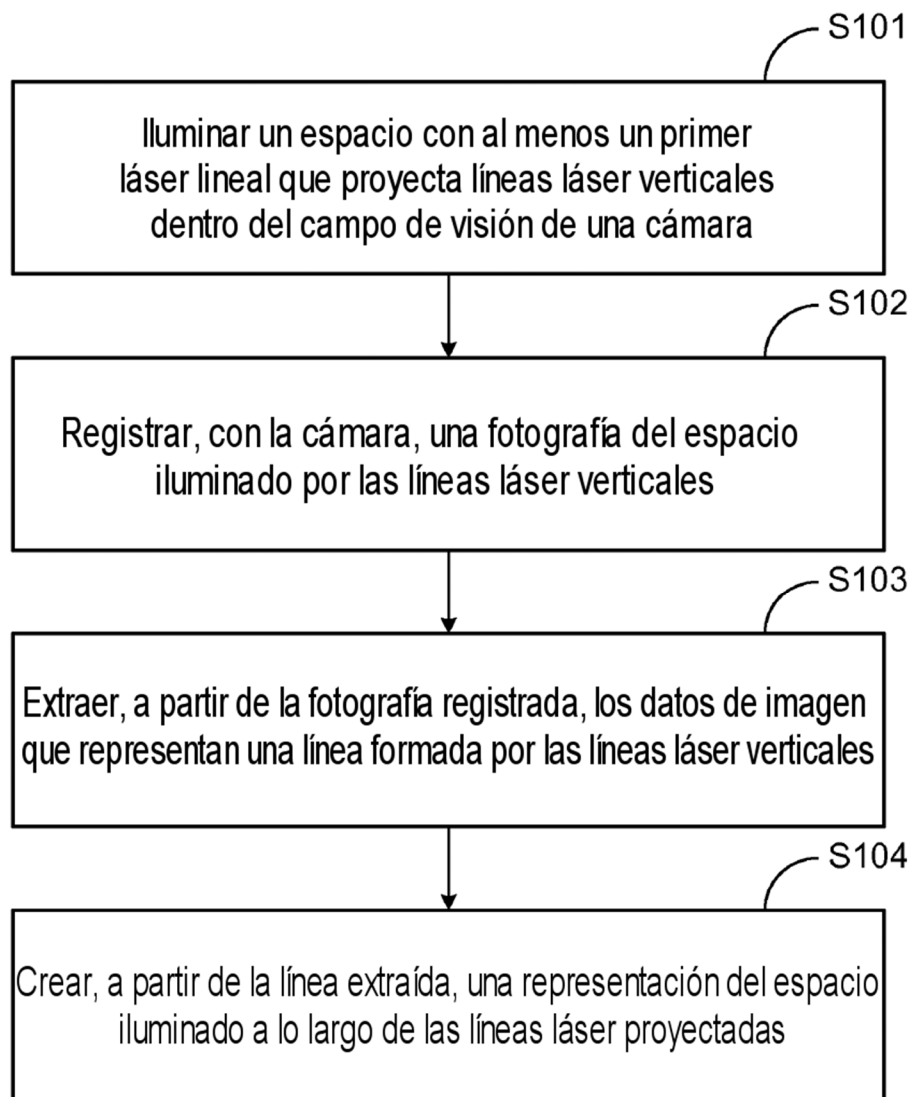


Fig. 4

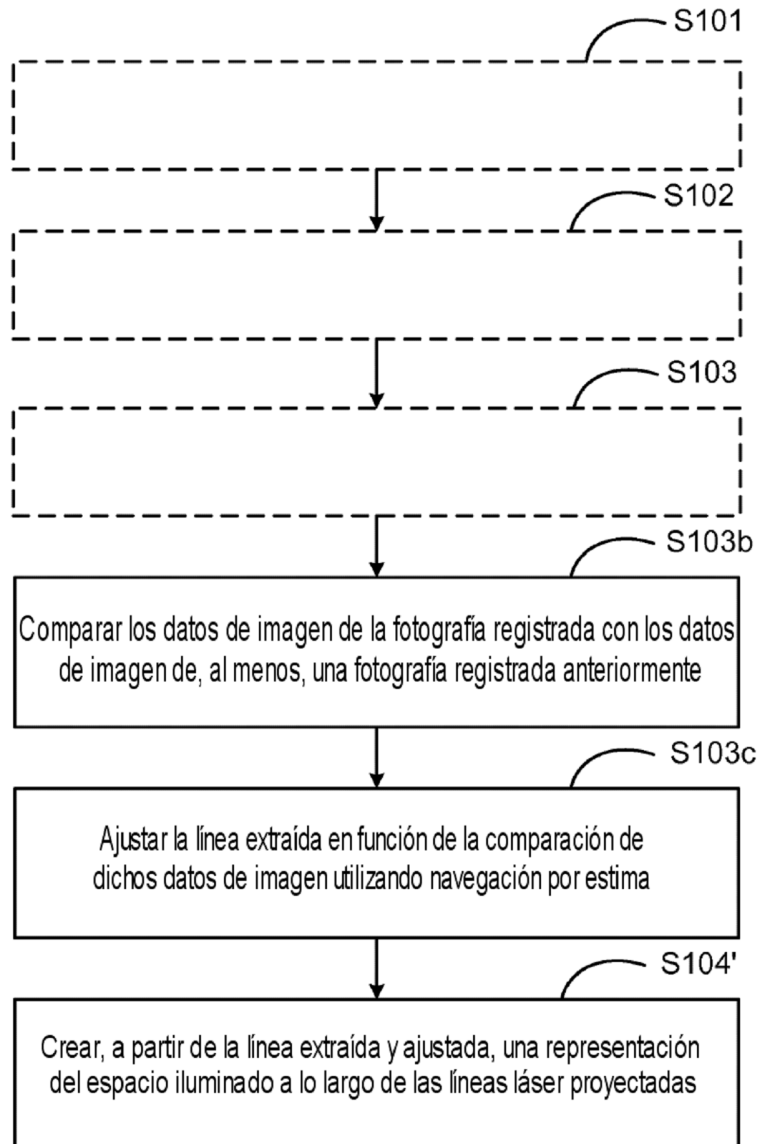


Fig. 5

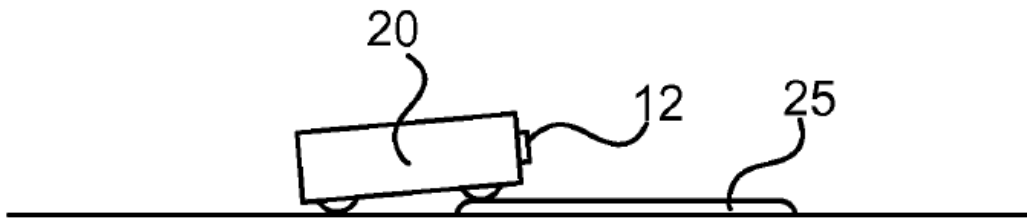


Fig. 6