

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 802**

51 Int. Cl.:

G05D 1/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.12.2014** **PCT/EP2014/078144**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.01.2016** **WO16005012**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2014** **E 14815675 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.05.2018** **EP 3167341**

54 Título: **Método para detectar un error de medición en un dispositivo de limpieza robotizado**

30 Prioridad:

10.07.2014 SE 1450886

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

17.09.2018

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 2 681 802 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para detectar un error de medición en un dispositivo de limpieza robotizado

CAMPO TÉCNICO

5 La invención se refiere a un dispositivo de limpieza robotizado y a un método para el dispositivo de limpieza robotizado para detectar errores de medición en un dispositivo de detección de obstáculos del dispositivo de limpieza robotizado.

ANTECEDENTES

En muchos campos de tecnología, es deseable utilizar robots con un comportamiento autónomo de tal manera que puedan moverse libremente alrededor de un espacio sin colisionar con posibles obstáculos.

10 Las aspiradoras robotizadas son conocidas en la técnica y están equipadas habitualmente con medios de accionamiento en forma de uno o más motores para mover el limpiador a través de una superficie que ha de ser limpiada. Las aspiradoras robotizadas están equipadas adicionalmente con inteligencia en forma de microprocesador o microprocesadores y medios de navegación para provocar un comportamiento autónomo de tal manera que las aspiradoras robotizadas puedan moverse libremente alrededor y limpiar un espacio en forma de, por ejemplo, una habitación. Así, estas aspiradoras robotizadas de la técnica anterior tienen la capacidad de aspirar de forma más o
15 menos autónoma una habitación, en la que están ubicados muebles tales como mesas, sillas y otros obstáculos tales como paredes y escaleras. Estas aspiradoras robotizadas han navegado por una habitación mediante la utilización de luz estructurada, tal como por ejemplo rayos láser lineales, para iluminar obstáculos que han de ser detectados y registrar la luz láser reflejada directamente desde los obstáculos de nuevo hacia el limpiador con el fin de determinar dónde están ubicados los obstáculos en la habitación. Las imágenes son capturadas continuamente por una cámara del dispositivo de
20 detección de obstáculos del dispositivo de limpieza robotizado, y puede estimarse la distancia al obstáculo iluminado tal como una pared o un suelo detectando la línea láser reflejada directamente en las imágenes capturadas y utilizando funciones trigonométricas basadas en la posición conocida del limpiador, de tal manera que puede crearse posteriormente una representación en 3D de la habitación con relación al robot limpiador. Con el fin de detectar una distancia a un objeto iluminado, la fuente de luz estructurada está dispuesta habitualmente a una distancia conocida, una denominada línea de base, desde la cámara o similar sobre el robot limpiador. Además la fuente de luz estructurada está
25 dispuesta preferiblemente en un ángulo conocido para asegurar que la línea de luz reflejada de la fuente de luz estructurada está dentro del campo de visión de la cámara.

Para calcular o estimar las distancias entre el robot limpiador y objetos/puntos de referencia se utiliza una fórmula o algoritmo trigonométrico, como se ha mencionado anteriormente. En estos algoritmos se utiliza un parámetro fijo para el
30 valor del ángulo conocido en el que está dispuesta la fuente de luz estructurada y otro parámetro fijo para la longitud de la línea de base. Estos parámetros son determinados habitualmente mediante pruebas en la fábrica para cada robot limpiador después de su producción. Alternativamente estos parámetros pueden ser preestablecidos en la unidad de procesamiento que comprende el algoritmo durante la producción.

Un problema es que la longitud real de la línea de base y/o el ángulo real en el que está dispuesta la fuente de luz
35 estructurada pueden cambiar a lo largo del tiempo debido a cambios de temperatura dentro del robot limpiador, debido a vibraciones por ejemplo durante el transporte, cambios en el material en el que la fuente de luz estructurada está integrada, etc. En particular cambios en el ángulo real en el que está dispuesta la fuente de luz estructurada pueden dar lugar a errores cuando las distancias son estimadas utilizando el dispositivo de detección de obstáculos y un algoritmo trigonométrico. Se deduce que las mediciones realizadas utilizando la cámara y la fuente de luz estructurada no son en
40 algunos casos precisas o pueden cambiar a lo largo del tiempo. En tal caso el robot limpiador necesita ser comprobado y verificado de modo que los parámetros puedan ser calibrados/ajustados.

Un método para calibrar un sensor de distancia se ha descrito en el documento JP 2006 231477 A.

RESUMEN

45 Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de limpieza robotizado que está configurado para detectar errores de medición que ocurren en el dispositivo de detección de obstáculos y en la unidad de procesamiento, respectivamente.

Ventajosamente el dispositivo de limpieza robotizado está configurado para calibrar de forma autónoma los parámetros en un algoritmo utilizado para estimar las posiciones del dispositivo de limpieza robotizado en vista de objetos/puntos de referencia.

50 La idea general del dispositivo de limpieza robotizado y el método para detectar errores de medición realizado por el dispositivo de limpieza robotizado es identificar un punto de referencia, por ejemplo una pared plana, estimar la distancia al punto de referencia utilizando el dispositivo de detección de obstáculos y luego utilizar la estimación de punto dentro del dispositivo de limpieza robotizado para determinar una distancia real al punto de referencia moviéndose desde la posición actual a contacto con el punto de referencia. El error de medición puede ser determinado luego comparando la

distancia obtenida por la cámara, la fuente de luz estructurada y un procesador con la distancia real obtenida mediante la estimación de punto.

5 En este documento se ha descrito un método para detectar errores de medición en un dispositivo de detección de obstáculos de un dispositivo de limpieza robotizado que comprende las operaciones de estimar una distancia a un punto de referencia con relación al dispositivo de limpieza robotizado iluminando el punto de referencia con luz estructurada y extrayendo información de las reflexiones de la luz estructurada, moverse a contacto con el punto de referencia mientras que realiza una estimación de punto de una distancia real al punto de referencia y comparar la distancia real con la distancia para detectar un error de medición en el dispositivo de detección de obstáculos.

10 En el método anterior el dispositivo de limpieza robotizado puede incluso estar configurado para obtener una estimación acerca de la ubicación del punto de referencia.

El dispositivo de limpieza robotizado es así capaz de detectar errores de medición durante el funcionamiento. No hay necesidad de enviar el dispositivo de limpieza robotizado al productor para detectar errores. El dispositivo de limpieza robotizado es así muy autónomo y fácil de usar.

15 En una realización el método puede comprender la operación de repetir algunas o todas las operaciones anteriores varias veces moviéndose hacia atrás lejos del punto de referencia y de nuevo a contacto con el punto de referencia.

De este modo las distancias no necesitan ser las mismas en cada medición.

El punto de referencia puede ser preferiblemente un punto de referencia plano e inmóvil tal como una pared o similar.

En una realización adicional el método puede comprender la operación de determinar si los errores de medición detectados son consistentes.

20 Esto es ventajoso ya que una medición de una sola vez puede no ser representativa cuando las ruedas del dispositivo de limpieza robotizado pueden girar durante el movimiento hacia el punto de referencia. Otro problema potencial puede ser que la suciedad en el suelo afecte la trayectoria de movimiento del dispositivo de limpieza robotizado cuando se mueve a contacto con el punto de referencia. Puede así preferirse realizar la medición varias veces para detectar errores de medición consistentes.

25 Cuando se descubre que un error de medición detectado es consistente a lo largo de varias veces de realizar el método, se puede ajustar un parámetro en un algoritmo de cálculo de distancia.

Esta operación de calibración puede ayudar a proporcionar un dispositivo de limpieza robotizado que es capaz de medir continuamente de forma precisa durante un largo período de funcionamiento.

30 En una realización el parámetro en el algoritmo de cálculo de distancia puede ser un valor para un ángulo en el que la fuente de luz estructurada está dispuesta en relación a una dirección de visión de la cámara del dispositivo de detección de obstáculos.

Se pueden ajustar otros parámetros relacionados, por ejemplo, con una línea de base, cuya línea de base es una distancia entre la cámara y la fuente de luz estructurada del dispositivo de detección de obstáculos.

35 En una realización del método algunas o todas las operaciones anteriores pueden ser realizadas después de que haya transcurrido un tiempo de funcionamiento predeterminado.

En una realización adicional algunas o todas las operaciones anteriores pueden ser realizadas si un sensor de vibración y/o de temperatura detecta una temperatura por encima o por debajo de un umbral de temperatura.

40 Una temperatura alta dentro del dispositivo de limpieza robotizado, por ejemplo durante la limpieza en una habitación bien iluminada en verano o después de un largo período de funcionamiento, puede afectar el material en el que está integrada la fuente de luz estructurada y/o el material de la propia fuente de luz estructurada. Un umbral de temperatura puede impedir errores de medición que se originan a partir de temperaturas altas o bajas.

Alternativa o adicionalmente el sensor de temperatura puede ser un sensor de vibración o similar que registra vibraciones o golpes y que está configurado para iniciar una detección de error de medición después de que haya ocurrido tal período de vibración o choque.

45 En una realización adicional algunas o todas las operaciones anteriores pueden ser iniciadas si el dispositivo de limpieza robotizado ha estado en un modo inactivo durante un período de tiempo predeterminado.

50 Un largo período de inactividad, por ejemplo de almacenamiento, puede exponer la limpieza robótica a temperaturas altas/bajas, humedad y otras tensiones que pueden afectar el ángulo real o la línea de base real. El dispositivo de limpieza robotizado realizará así algunas o todas las operaciones anteriores una vez que el dispositivo de limpieza robotizado ha estado inactivo durante un período de tiempo predeterminado para proporcionar una precisión mejorada.

- Se ha descrito además en este documento un dispositivo de limpieza robotizado que comprende un cuerpo principal, un sistema de propulsión dispuesto para mover el dispositivo de limpieza robotizado, una parte de detección de contacto conectada al cuerpo principal y dispuesta para detectar si el dispositivo de limpieza robotizado está en contacto con un objeto y un sensor de estimación de punto conectado al sistema de propulsión. El dispositivo de limpieza robotizado comprende además un dispositivo de detección de obstáculos que comprende un sistema sensor de 3D, que puede ser por ejemplo un sistema de cámara de 3D, un sistema láser de 3D, etc, y una primera fuente de luz estructurada dispuesta a una distancia entre cada uno de ellos en el cuerpo principal y una unidad de procesamiento dispuesta para controlar el sistema de propulsión. El dispositivo de detección de obstáculos está dispuesto para posicionar un punto de referencia con relación al dispositivo de limpieza robotizado iluminando el punto de referencia con luz estructurada procedente de la primera fuente de luz estructurada. La unidad de procesamiento está dispuesta para estimar una distancia al punto de referencia basándose en una reflexión detectada de la luz estructurada y mover posteriormente el dispositivo de limpieza robotizado a contacto con el punto de referencia mientras que mide una distancia real al punto de referencia a través del sensor de estimación de punto, por lo que la distancia real es comparada luego con la distancia para la detección de un error de medición.
- El dispositivo de limpieza robotizado es así configurado ventajosamente para detectar de forma autónoma un error de medición. La distancia real cuando es medida por el sensor de estimación de punto se considera que es la distancia exacta.
- En una realización adicional el dispositivo de limpieza robotizado puede comprender una segunda fuente de luz estructurada.
- En una realización la primera y/o segunda fuentes de luz estructurada pueden estar dispuestas en un ángulo en relación a una parte de extremo frontal del cuerpo principal del dispositivo de limpieza robotizado y la dirección de visión de una cámara del dispositivo de detección de obstáculos, respectivamente.
- El ángulo puede asegurar que la línea de luz proyectada desde la primera y/o segunda fuentes de luz estructurada está realmente en el campo de visión del sistema de cámara de 3D.
- En una realización adicional la unidad de procesamiento puede estar configurada para medir y almacenar los errores de medición a partir de varias mediciones y en donde la unidad de procesamiento puede detectar si los errores de medición son consistentes o no.
- Como se ha descrito anteriormente, esto puede ayudar a que un error de una sola vez durante el método de medición, tiene una influencia en la detección de un error o errores de medición consistentes, reales.
- En otra realización la unidad de procesamiento puede comprender un algoritmo de cálculo de distancia con un parámetro que representa el ángulo en el que la primera y/o segunda fuentes de luz estructurada están dispuestas y en el que la unidad de procesamiento calibra el parámetro si se ha detectado que los errores de medición son consistentes.
- En una realización el dispositivo de limpieza robotizado puede comprender al menos un sensor de impacto y/o de temperatura, que está dispuesto en comunicación con la unidad de procesamiento.
- El sensor de impacto y/o de temperatura puede registrar temperaturas altas alrededor o dentro del dispositivo de limpieza robotizado y/o vibraciones de modo que la unidad pueda iniciar el método de acuerdo con algunas o todas las operaciones anteriores.
- En otra realización la unidad de procesamiento puede comprender un temporizador.
- El temporizador puede ser utilizado para determinar si es necesario o no iniciar el método de acuerdo con algunas o todas las operaciones anteriores y por lo tanto si es necesario o no calibrar el dispositivo de limpieza robotizado.
- La invención se refiere además a un programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador para provocar que un dispositivo de limpieza robotizado realice algunas o todas las operaciones anteriores cuando las instrucciones ejecutables por ordenador son ejecutadas en una unidad de procesamiento incluida en el dispositivo de limpieza robotizado.
- La invención se refiere además a un producto de programa informático que comprende un medio de almacenamiento legible por ordenador, comprendiendo el medio de almacenamiento legible por ordenador el programa informático de acuerdo con el párrafo anterior incorporado en él.
- Generalmente, todos los términos utilizados en las reivindicaciones han de ser interpretados de acuerdo con su significado ordinario en el campo técnico, a menos que se haya definido explícitamente de otra manera aquí. Todas las referencias a "un/uno/el elemento, dispositivo, aparato, componente, medio, operación, etc." han de ser interpretadas abiertamente como referencia al menos a un ejemplo del elemento, dispositivo, aparato, componente, medio, operación, etc., a menos que se haya indicado explícitamente de otra manera. Las operaciones de cualquier método descrito aquí no tienen que ser realizadas en el orden exacto descrito, a menos que se haya indicado explícitamente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se ha descrito ahora, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La fig. 1 ilustra esquemáticamente una realización del dispositivo de limpieza robotizado de acuerdo con la invención en una vista inferior, por lo que una parte inferior de un cuerpo principal se ha ilustrado transparente para mostrar diferentes componentes del dispositivo de limpieza robotizado;

La fig. 2 ilustra esquemáticamente una vista frontal del dispositivo de limpieza robotizado de acuerdo con una realización de la invención;

La fig. 3 ilustra esquemáticamente una vista superior sobre el dispositivo de limpieza robotizado de acuerdo con una realización de la invención,

La fig. 4 ilustra esquemáticamente cómo el dispositivo de limpieza robotizado estima una distancia a un punto de referencia;

La fig. 5 ilustra esquemáticamente cómo el dispositivo de limpieza robotizado mide una distancia real al punto de referencia mediante estimación de punto; y

La fig. 6 ilustra unas operaciones de método de acuerdo con un método de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La invención será descrita ahora más completamente de aquí en adelante con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se han mostrado ciertas realizaciones de la invención. Esta invención puede, sin embargo, ser realizada de muchas formas diferentes y no debería ser interpretada como limitada a las realizaciones expuestas aquí; más bien, estas realizaciones son proporcionadas a modo de ejemplo de modo que esta descripción será exhaustiva y completa, y transmitirá completamente el marco de la invención a los expertos en la técnica. Números de referencia similares se refieren a elementos similares a lo largo de la descripción.

La invención se refiere a dispositivos de limpieza robotizados, o en otras palabras, a máquinas autopropulsadas, automáticas para limpiar una superficie, por ejemplo, una aspiradora robotizada, una barredora robotizada o una máquina robotizada para lavar suelos. El dispositivo 10, 10' de limpieza robotizado de acuerdo con la invención puede ser hecho funcionar conectado a la red eléctrica y tener un cable, ser hecho funcionar con batería o utilizar cualquier tipo de fuente de energía adecuada, por ejemplo, energía solar.

La fig. 1 muestra un dispositivo 10 de limpieza robotizado de acuerdo con una realización de la presente invención en una vista inferior, es decir se ha mostrado el lado inferior del dispositivo 10 de limpieza robotizado. La flecha indica la dirección hacia delante del dispositivo de limpieza robotizado. El dispositivo 10 de limpieza robotizado comprende un cuerpo principal 11 que aloja componentes tales como un sistema de propulsión que comprende medios de accionamiento en forma de dos motores 15a, 15b eléctricos de rueda para permitir el movimiento de las ruedas motrices 12, 13, de tal manera que el dispositivo de limpieza puede ser movido sobre una superficie que ha de ser limpiada. Cada motor 15a, 15b de rueda es capaz de controlar la rueda motriz 12, 13 respectiva para girar de forma independiente una de otra con el fin de mover el dispositivo 10 de limpieza robotizado a través de la superficie que ha de ser limpiada. Pueden considerarse varias disposiciones diferentes de rueda motriz, así como diferentes disposiciones de motor de rueda. Debería observarse que el dispositivo 10 de limpieza robotizado puede tener cualquier forma apropiada, tal como un dispositivo que tiene un cuerpo principal con forma circular más tradicional, o un cuerpo principal con forma triangular.

Como una alternativa al sistema de propulsión descrito anteriormente, se puede utilizar un sistema de propulsión de pista o incluso un sistema de propulsión de aerodeslizador.

El sistema de propulsión está conectado además a dos sensores 30, 30' de estimación de punto, uno asignado a cada rueda motriz 12, 13, como se ha ilustrado en la fig. 1. Los sensores 30, 30' de estimación de punto están configurados para medir de forma independiente las distancias recorridas por el dispositivo 10 de limpieza robotizado observando el movimiento y los giros, respectivamente, de las ruedas motrices 12, 13, con el fin de ayudar a posicionar el dispositivo 10 de limpieza robotizado, por ejemplo dentro de una habitación.

La realización del dispositivo 10 de limpieza robotizado como se ha ilustrado en la fig. 1 comprende dos sensores 30, 30' de estimación de punto, sin embargo es posible considerar dispositivos de limpieza robotizados que comprenden solo un sensor 30, 30' de estimación de punto.

Un controlador 16 tal como un microprocesador controla los motores 15a, 15b de rueda para hacer girar las ruedas motrices 12, 13 según se requiera a la vista de la información recibida desde un dispositivo de detección de obstáculos (no mostrado en la fig. 1a) para detectar obstáculos en forma de paredes, lámparas de pie, patas de mesa, alrededor de las cuales debe navegar el dispositivo de limpieza robotizado. Los sensores 30, 30' de estimación de punto están conectados al controlador 16, por ejemplo a través de los motores 15a, 15b eléctricos de rueda, como se ha ilustrado en la fig. 1. El dispositivo de detección de obstáculos puede ser realizado en forma de sensores de infrarrojos (IR) y/o

sensores de sonar, un radar de microondas, un sistema sensor de 3D que registra su entorno, implementado por medio de por ejemplo una cámara de 3D, una cámara en combinación con láser, un escáner láser, etc. para detectar obstáculos y comunicar información acerca de cualquier obstáculo detectado al controlador 16, que puede ser realizado en forma de un microprocesador o unidad de procesamiento 16. El microprocesador 16 comunica con los motores 15a, 15b de rueda para controlar el movimiento de las ruedas 12, 13 de acuerdo con la información proporcionada por el dispositivo de detección de obstáculos de tal manera que el dispositivo 10 de limpieza robotizado puede moverse como se desee a través de la superficie que ha de ser limpiada. Esto se describirá con más detalle con referencia a dibujos posteriores.

Además, el cuerpo principal 11 puede estar dispuesto opcionalmente con un miembro de limpieza 17 para eliminar residuos y polvo de la superficie que ha de ser limpiada en la forma de un rodillo de cepillos giratorio dispuesto en una abertura 18 en la parte inferior del limpiador 10 robotizado. Así, el rodillo 17 de cepillos giratorio está dispuesto a lo largo de un eje horizontal en la abertura 18 para mejorar las propiedades de recogida del polvo y de los residuos del dispositivo 10 de limpieza. Con el fin de hacer girar el rodillo 17 de cepillos, un motor 19 de rodillo de cepillos está acoplado operativamente al rodillo de cepillos para controlar su rotación en línea con instrucciones recibidas desde el controlador/microprocesador 16.

Además, el cuerpo principal 11 del limpiador 10 robotizado comprende un ventilador de succión 20 que crea un flujo de aire para transportar residuos a una bolsa de polvo o disposición de ciclón (no mostrada) alojada en el cuerpo principal a través de la abertura 18 en el lado inferior del cuerpo principal 11. El ventilador de succión 20 es accionado por un motor 21 de ventilador conectado al controlador 16 a partir del cual el motor 21 de ventilador recibe instrucciones para controlar el ventilador 20 de succión. Debería observarse que se puede considerar un dispositivo 10 de limpieza robotizado que tiene o bien uno del rodillo 17 de cepillos giratorio o bien del ventilador de succión 20 para transportar los residuos a la bolsa de polvo. Sin embargo, una combinación de los dos mejorará las capacidades de eliminación de residuos del dispositivo 10 de limpieza robotizado.

Alternativamente, el dispositivo 10 de limpieza robotizado puede comprender una fregona (no mostrada) y/o un cepillo giratorio para el suelo (no mostrado).

Con referencia adicional a la fig. 1, el controlador/unidad de procesamiento 16 realizado en forma de uno o más microprocesadores está dispuesto para ejecutar un programa informático 25 descargado a un medio 26 de almacenamiento adecuado asociado con el microprocesador, tal como una Memoria de Acceso Aleatorio (RAM), una memoria Flash o una unidad de disco duro. El controlador 16 está dispuesto para llevar a cabo un método de acuerdo con las realizaciones de la presente invención cuando el programa informático 25 apropiado que comprende instrucciones ejecutables por ordenador es descargado al medio 26 de almacenamiento y ejecutado por el controlador 16. El medio 26 de almacenamiento también puede ser un producto de programa informático que comprende el programa informático 25. Alternativamente, el programa informático 25 puede ser transferido al medio 26 de almacenamiento por medio de un producto de programa informático adecuado, tal como un disco versátil digital (DVD), un disco compacto (CD) o una memoria USB. Como una alternativa adicional, el programa informático 25 puede ser descargado al medio 26 de almacenamiento a través de una red. El controlador 16 puede ser realizado alternativamente en la forma de un procesador de señal digital (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programable de campo (FPGA), un dispositivo lógico programable complejo (CPLD), etc.

En la fig. 1 se ha ilustrado adicionalmente una parte 32 de detección de contacto. La parte 32 de detección de contacto está dispuesta en un extremo frontal del dispositivo 10 de limpieza robotizado como se ve en una dirección de movimiento. La parte 32 de detección de contacto puede extenderse sobre todo el lado frontal del dispositivo 10 de limpieza robotizado, similar a un sensor de distancia de estacionamiento de un automóvil moderno. Alternativamente, la parte 32 de detección de contacto solo puede extenderse sobre la extremidad frontal del dispositivo 10 de limpieza robotizado, como se ha ilustrado en la fig. 1. La parte 32 de detección de contacto está dispuesta con el fin de detectar si el dispositivo 10 de limpieza robotizado está en contacto con un objeto o punto de referencia o no. Esto puede ser útil cuando una colisión con obstáculos ha de ser evitada y en caso de que la medición del dispositivo de detección de obstáculos tenga que ser verificada, como se describirá más adelante aquí, con referencia a las figs. 4 y 5.

Adicionalmente, el dispositivo 10 de limpieza robotizado puede comprender un sensor 34 de vibración y/o de temperatura conectado operativamente al controlador 16. El sensor 34 de vibración y/o de temperatura puede estar configurado para registrar la temperatura dentro del dispositivo 10 de limpieza robotizado y para iniciar un método para comprobar parámetros en un algoritmo cuando la temperatura está por encima de un cierto umbral de temperatura, como se describirá más adelante aquí. El sensor 34 de vibración y/o de temperatura puede ser utilizado adicionalmente para registrar vibraciones, que puede ocurrir por ejemplo si el dispositivo de limpieza robotizado colisiona con objetos o si cae sobre un borde, y para iniciar el método para comprobar parámetros del algoritmo, como se describirá más adelante aquí.

La fig. 2 muestra una vista frontal del dispositivo 10 de limpieza robotizado de acuerdo con una realización que ilustra el dispositivo de detección de obstáculos mencionado previamente en forma de un sistema 22 de cámara de 3D que comprende al menos una cámara 23 y una primera y una segunda fuentes 27, 28 de luz estructurada, que pueden ser láseres de línea orientados horizontal o verticalmente. Además se ha mostrado el controlador 16, el cuerpo principal 11,

las ruedas motrices 12, 13, y el rodillo 17 de cepillos giratorio tratado previamente con referencia a la fig. 1. El controlador 16 está acoplado operativamente a la cámara 23 para grabar imágenes de las inmediaciones del dispositivo 10 de limpieza robotizado. La primera y segunda fuentes 27, 28 de luz estructurada pueden ser preferiblemente láseres de línea verticales y están dispuestos en el lateral de la cámara 23 configurada para iluminar una altura y una anchura que es mayor que la altura y la anchura del dispositivo 10 de limpieza robotizado. Además, el campo de visión de la cámara 23 es preferiblemente menor que el espacio iluminado por la primera y segunda fuentes 27, 28 de luz estructurada. La cámara 23 es controlada por el controlador 16 para capturar y grabar una pluralidad de imágenes por segundo. Los datos de las imágenes son extraídos por el controlador 16 y los datos son guardados típicamente en la memoria 26 junto con el programa informático 25.

La primera y segunda fuentes 27, 28 de luz estructurada están configuradas para escanear, preferiblemente en una orientación vertical, las inmediaciones del dispositivo 10 de limpieza robotizado, normalmente en la dirección de movimiento del dispositivo 10 de limpieza robotizado. La primera y segunda fuentes 27, 28 de luz estructurada están configuradas para enviar rayos láser, que iluminan muebles, paredes y otros objetos de una cada o habitación. La cámara 23 es controlada por el controlador 16 para capturar y grabar imágenes a partir de las cuales el controlador 16 crea una representación o un esquema del entorno en el que está funcionando el dispositivo 10 de limpieza robotizado, extrayendo características de la imágenes y midiendo la distancia cubierta por el dispositivo 10 de limpieza robotizado, mientras que el dispositivo 10 de limpieza robotizado se está moviendo a través de la superficie que ha de ser limpiada. Así, el controlador 16 deriva datos posicionales del dispositivo 10 de limpieza robotizado con respecto a la superficie que ha de ser limpiada a partir de las imágenes grabadas, genera una representación en 3D del entorno a partir de los datos posicionales derivados y controla los motores 15a, 15b de accionamiento para mover el dispositivo de limpieza robotizado a través de la superficie que ha de ser limpiada de acuerdo con la representación en 3D generada y la información de navegación suministrada al dispositivo 10 de limpieza robotizado de tal manera que la superficie que ha de ser limpiada puede ser navegada teniendo en cuenta la representación en 3D generada. Dado que los datos posicionales derivados servirán como un fundamento para la navegación del dispositivo 10 de limpieza robotizado, es importante que el posicionamiento sea correcto; el dispositivo de limpieza robotizado navegará de otra manera de acuerdo con un "mapa" de su entorno que es engañoso.

La representación en 3D generada a partir de las imágenes granadas por el sistema 22 de cámara de 3D facilita así la detección de obstáculos en forma de paredes, lámparas de suelo, patas de mesa, alrededor de las cuales debe navegar el dispositivo 10 de limpieza robotizado así como tapetes, alfombras, umbrales, etc., que debe atravesar el dispositivo 10 de limpieza robotizado. El dispositivo 10 de limpieza robotizado está configurado por tanto para aprender acerca de su entorno o alrededores funcionando/limpiando.

Con respecto a la fig. 2, con propósitos ilustrativos, el sistema 22 de cámara de 3D está separado del cuerpo principal 11 del dispositivo 10 de limpieza robotizado. Sin embargo, en una implementación práctica, el sistema 22 de cámara de 3D es probable que esté integrado con el cuerpo principal 11 del dispositivo 10 de limpieza robotizado para minimizar la altura del dispositivo 10 de limpieza robotizado, permitiéndole de este modo pasar por debajo de obstáculos, tales como por ejemplo un sofá.

La fig. 3 ilustra una vista superior sobre un dispositivo 10' de limpieza robotizado de acuerdo con otra realización de la invención, por el que el sistema 22 de cámara de 3D comprende solo la primera fuente 27 de luz estructurada que está dispuesta en un ángulo α a una dirección principal de visión V de la cámara 23 como se ha ilustrado en la fig. 3. Como se ha descrito anteriormente, puede haber dos fuentes 27, 28 de luz estructurada dispuestas en el dispositivo 10 de limpieza robotizado. En la fig. 3 se ha ilustrado adicionalmente una línea de base b. La línea de base b corresponde a la distancia entre la cámara 23 y la fuente 27 de luz estructurada, como medida perpendicular a la dirección principal de visión V de la cámara 23. La cámara 23 y la fuente 27 de luz estructurada pueden estar integradas en el material del cuerpo principal 11. A lo largo del tiempo el ángulo α y/o el valor real de la línea de base b pueden cambiar, por ejemplo debido a la contracción del material, envejecimiento del material, humedad, vibraciones, temperatura, etc., afectando la medición y la estimación de distancias realizadas por el sistema 23 de cámara de 3D y el dispositivo de detección de obstáculos, respectivamente. Las figs. 4 a 6 ilustran un método para verificar y calibrar los parámetros anteriores, que representan valores para el ángulo α y la línea de base b, en un algoritmo de cálculo de distancia.

La fig. 4 ilustra cómo el dispositivo 10' de limpieza robotizado identifica S1 (véase la fig. 6) un punto de referencia 36, tal como por ejemplo una pared plana, ilumina S2 (véase la fig. 6) el punto de referencia 36 con luz procedente de la fuente 27 de luz estructurada y estima S3 (véase la fig. 6) una distancia DC al punto de referencia 36 analizando la luz reflejada que se origina a partir de la fuente 27 de luz estructurada. Durante la identificación S1 del punto de referencia 36 el dispositivo 10' de limpieza robotizado puede girar esencialmente sobre el punto con el fin de producir un mapa del punto de referencia 36, en caso de que el punto de referencia 36 ya no esté almacenado en un mapa interno del dispositivo 10' de limpieza robotizado. La distancia DC puede ser preferiblemente una distancia que es la distancia más corta al punto de referencia 36; sin embargo, no necesita ser la distancia más corta. Como se ha descrito previamente, la distancia DC es obtenida a través de un algoritmo que está en el controlador o microprocesador 16 que utiliza funciones trigonométricas y parámetros fijos que representan la línea de base b y el ángulo α (véase la fig. 3).

Con el fin de detectar un error de medición durante la estimación S3 de la distancia DC tiene que determinarse la distancia real DA. Esto puede ser realizado de acuerdo con la fig. 5. Después de estimar S3 la distancia DC, el

dispositivo 10' de limpieza robotizado se mueve S4 (véase la fig. 6) a contacto con el punto de referencia 36, como se ha ilustrado en la fig. 5, y mide la distancia real DA utilizando estimación de punto y los sensores 30, 30' de estimación de punto, respectivamente. El contacto con el punto de referencia 36 será registrado tan pronto como la parte 32 de detección de contacto (véase la fig. 1) detecte contacto físico con el punto de referencia 36.

- 5 Comparando S5 (véase la fig. 6) la distancia DC con la distancia real DA un error de medición que resulta de los parámetros que representan el ángulo α y/o la línea de base b en el algoritmo puede ser detectado S6 (véase la fig. 6). Como el ángulo α es el parámetro más sensible en el algoritmo, así el parámetro con la máxima influencia en la estimación S3, el error de medición es en la mayoría de los casos originado en un parámetro incorrecto que representa este ángulo α . Así en caso de que exista un error de medición, el parámetro que representa el ángulo α es en la mayoría de los casos la fuente del error. Por lo tanto un error de medición significa que el parámetro que representa el ángulo α ya no se corresponde con el ángulo real α , por que el ángulo real α ha cambiado desde la última calibración o desde la producción del dispositivo 10, 10' de limpieza robotizado.

La fig. 6 ilustra las operaciones S1 a S6. El error de medición de una sola medición realizada de acuerdo con las operaciones S1 a S6 puede ser único, como se ha descrito previamente. Para impedir errores de medición únicos en medir la distancia real DA que tiene una influencia elevada en la detección S6 del error de medición, las operaciones de identificar S1 el punto de referencia 36, iluminar S2 el punto de referencia 36, estimar S3 una distancia DC al punto de referencia 36, mover S4 a contacto con el punto de referencia 36, comparar S5 la distancia DC con la distancia real DA y detectar S6 un error de medición para determinar si el error de medición es realmente consistente o no, puede ser repetido S7, varias veces. Esto puede hacerse, por ejemplo, realizando un número de mediciones repetitivas y analizando estadísticamente la desviación estándar de los errores de medición detectados, si los hubiera. Esto puede hacerse automáticamente en el controlador/microprocesador 16. Con el fin de repetir las operaciones S1 a S6 el dispositivo 10, 10' de limpieza robotizado se mueve hacia atrás lejos del punto de referencia 36 y repite las operaciones S1 a S6. La distancia real DA como se ha ilustrado en la fig. 5, no necesita de este modo ser la misma para cada medición (operaciones S1 a S6).

- 25 Si se ha descubierto S8, después del número de mediciones repetitivas que los errores de medición son consistentes, el parámetro que representa el ángulo α y/o el parámetro que representa la línea de base b en la distancia que calcula el algoritmo pueden ser ajustados S9, como se ha ilustrado en la fig. 6.

El método descrito anteriormente puede ser realizado después de haya transcurrido un tiempo de funcionamiento predeterminado del dispositivo 10, 10' de limpieza robotizado y/o después de que el sensor 34 de vibración y/o de temperatura haya registrado una vibración y/o después de que el sensor 34 de vibración y/o de temperatura haya registrado una temperatura dentro o alrededor del dispositivo 10, 10' de limpieza robotizado que está por encima o por debajo de un umbral de temperatura predeterminado.

En caso de que el dispositivo 10 de limpieza robotizado (no mostrado en las figs. 3 a 5) comprenda la primera y la segunda fuentes 27, 28 de luz estructurada, pueden ser ajustados el parámetro que representa ambos ángulos, el ángulo α y el ángulo en el que está dispuesta la segunda fuente 28 de luz estructurada en vista de la dirección de visión V de la cámara.

En una realización adicional puede ser posible comprobar o verificar los dos ángulos descritos en el párrafo anterior de forma independiente el uno del otro. En otra realización pueden comprobarse los dos ángulos que dependen el uno del otro utilizando valores medios. Preferiblemente el ángulo α en el que está dispuesta la primera fuente 27 de luz estructurada y el ángulo (no ilustrado en las figuras) en el que está dispuesta la segunda fuente 28 de luz estructurada son iguales, lo que hace que sea más fácil verificar y aumentar la precisión, como se ha descrito anteriormente.

Durante todo el método se ha considerado que la distancia real DA es exacta. Aunque por ejemplo un giro de una de las ruedas motrices 12, 13 puede dar como resultado una distancia real DA inexacta, las mediciones repetitivas de acuerdo con las operaciones S1 a S6 descritas anteriormente pueden excluir o al menos reducir la influencia de tal error único que procede de una distancia real medida incorrectamente. En principio, las mediciones de error que el controlador encuentra incorrectas (debido a la desviación de un patrón de mediciones) pueden ser ignoradas o descartadas cuando se determinan errores consistentes.

REIVINDICACIONES

1. Un método para detectar errores de medición en un dispositivo de detección de obstáculos de un dispositivo (10, 10') de limpieza robotizado que comprende las operaciones de:
 - estimar (S3) una distancia (DC) a un punto de referencia (36) iluminando el punto de referencia con luz estructurada y extrayendo información de las reflexiones de la luz estructurada;
- 5 caracterizado además por
 - mover (S4) a contacto con el punto de referencia mientras que realiza la estimación de punto de una distancia (DA) al punto de referencia; y
 - comparar (S5) la distancia real (DA) con la distancia para detectar (S6) un error de medición en el dispositivo de
- 10 detección de obstáculos.
2. El método según la reivindicación 1, que comprende la operación de repetir (S7) las operaciones anteriores (S1, S3, S5, S6) varias veces moviéndose hacia atrás lejos del punto de referencia y de nuevo a contacto con el punto de referencia.
3. El método según la reivindicación 2, que comprende la operación de determinar (S8) si los errores de medición
- 15 detectados son consistentes.
4. El método según la reivindicación 3, que comprende la operación de ajustar (S9) un parámetro en un algoritmo de cálculo de distancia, si se ha detectado que los errores de medición son consistentes.
5. El método según la reivindicación 4, en el que el parámetro en el algoritmo de cálculo de distancia es un valor para un ángulo (α) en el que una fuente de luz estructurada está dispuesta en relación a la dirección de visión (V) del dispositivo
- 20 de detección de obstáculos.
6. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que algunas o todas las operaciones anteriores (S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9) son realizadas después de que haya transcurrido un tiempo de funcionamiento predeterminado del dispositivo de limpieza robotizado.
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 6, en el que algunas o todas las operaciones
- 25 anteriores (S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9) son realizadas si un sensor (34) de vibración y/o de temperatura detecta una temperatura por encima o por debajo de un umbral de temperatura.
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 7, en el que algunas o todas las operaciones anteriores (S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9) son iniciadas si el dispositivo de limpieza robotizado ha estado en modo inactivo durante un período de tiempo predeterminado.
- 30 9. El dispositivo (10, 10') de limpieza robotizado que comprende:
 - un cuerpo principal (11);
 - un sistema de propulsión (12, 13, 15a, 15b) dispuesto para mover el dispositivo de limpieza robotizado;
 - una parte (32) de detección de contacto conectada al cuerpo principal (11) y dispuesta para detectar si el dispositivo de limpieza robotizado está en contacto con un objeto;
- 35
 - un sensor (30, 30') de estimación de punto conectado operativamente al sistema de propulsión;
 - un dispositivo de detección de obstáculos que comprende una cámara (23) y una primera fuente (27) de luz estructurada dispuesta a una distancia entre sí en el cuerpo principal; y
 - una unidad de procesamiento (16) dispuesta para controlar el sistema de propulsión;
- 40 en el que el dispositivo de detección de obstáculos está dispuesto para posicionar un punto de referencia (36) con relación al dispositivo de limpieza robotizado iluminando el punto de referencia con luz estructurada procedente de la primera fuente de luz estructurada, en el que la unidad de procesamiento está dispuesta para estimar una distancia (DC) al punto de referencia basándose en una reflexión detectada de la luz estructurada y moviendo posteriormente el dispositivo de limpieza robotizado a contacto con el punto de referencia mientras que mide una distancia real (DA) al
- 45 punto de referencia a través del sensor de estimación de punto, por lo que la distancia real es comparada luego con la distancia para la detección de un error de medición.

10. El dispositivo de limpieza robotizado según la reivindicación 9, en el que la primera fuente (27) de luz estructurada está dispuesta en un ángulo (α) en relación con una dirección de visión (V) de la cámara del dispositivo de limpieza robotizado.
- 5 11. El dispositivo de limpieza robotizado según la reivindicación 9 o 10, en el que la unidad de procesamiento está configurada para medir y almacenar los errores de medición de varias mediciones y en el que la unidad de procesamiento detecta si los errores de medición son consistentes o no.
12. El dispositivo de limpieza robotizado según la reivindicación 11, en el que la unidad de procesamiento comprende un algoritmo de cálculo de distancia con un parámetro que representa el ángulo y en el que la unidad de procesamiento calibra el parámetro si se ha detectado que los errores de medición son consistentes.
- 10 13. El dispositivo de limpieza robotizado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 9 a 12, que comprende al menos un sensor (34) de vibración y/o de temperatura, que está dispuesto en comunicación con la unidad de procesamiento.
14. El dispositivo de limpieza robotizado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 9 a 13, en el que la unidad de procesamiento (16) comprende un temporizador.
- 15 15. Un programa informático (25) que comprende instrucciones ejecutables por ordenador para provocar que un dispositivo (10, 10') de limpieza robotizado realice las operaciones enumeradas en cualquiera de las reivindicaciones 1-8 cuando las instrucciones ejecutables por ordenador son ejecutadas en una unidad de procesamiento (16) incluida en el dispositivo (10, 10') de limpieza robotizado.
- 20 16. Un producto de programa informático que comprende un medio (26) de almacenamiento legible por ordenador, teniendo el medio (26) de almacenamiento legible por ordenador el programa informático (25) según la reivindicación 15 puesto en práctica en ella.

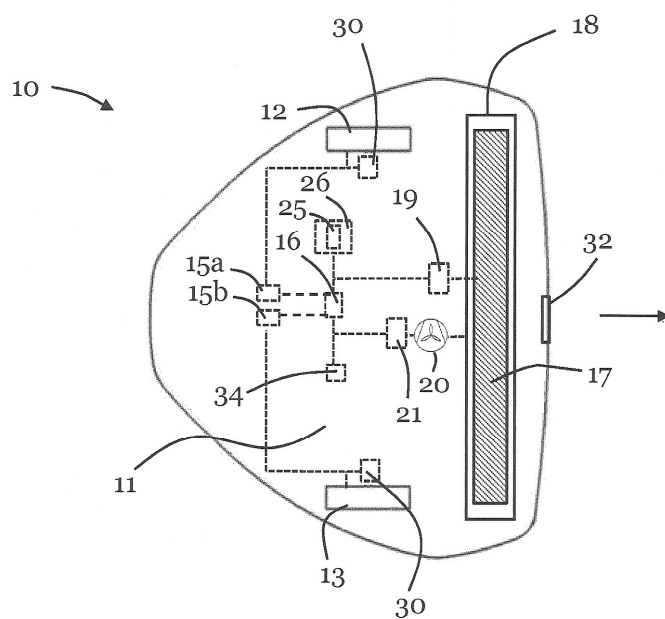


Figura 1

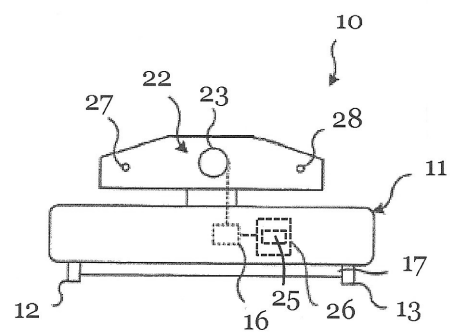


Figura 2

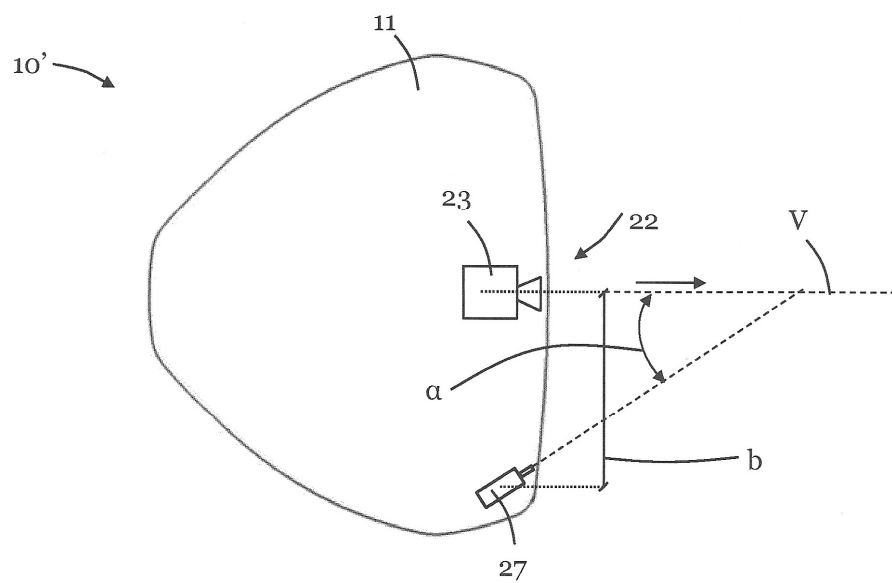


Figura 3

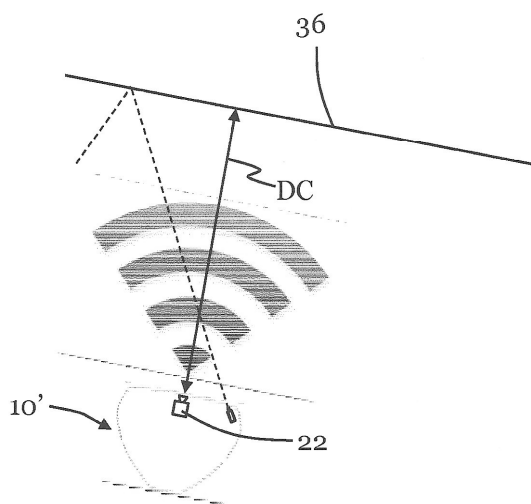


Figura 4

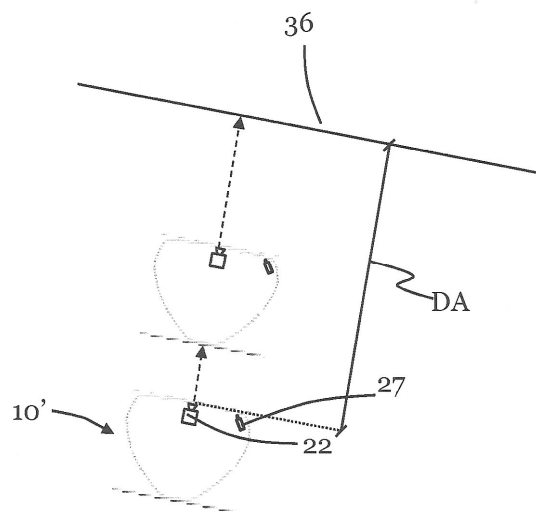


Figura 5

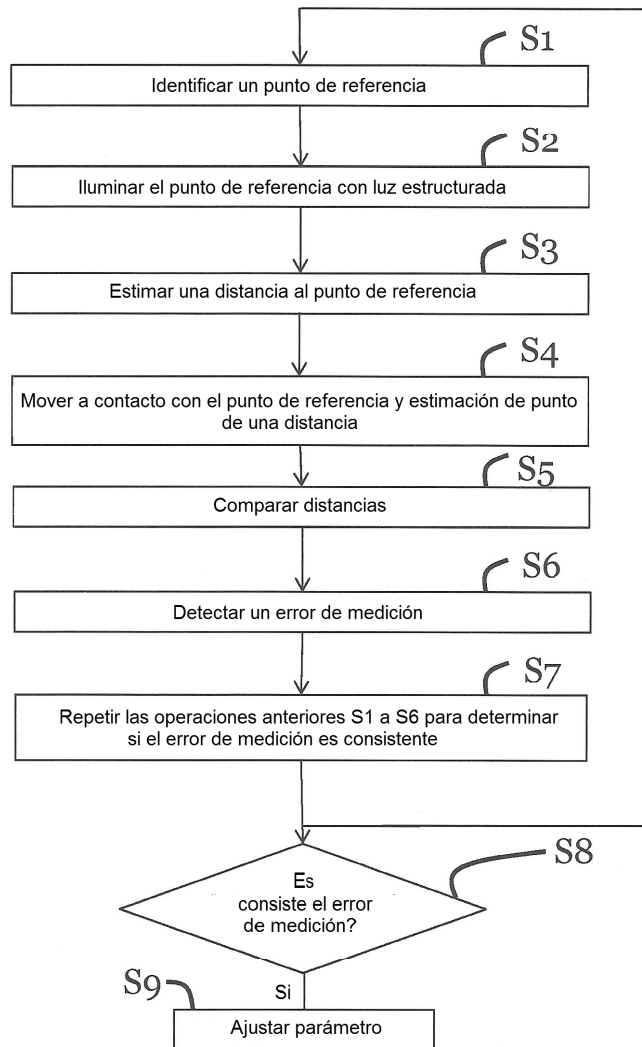


Figura 6