

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 617**

51 Int. Cl.:

**A47L 9/00** (2006.01)

**G05D 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.01.2012** E 12150001 (1)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019** EP 2471426

54 Título: **Procedimiento para la localización y el modelado simultáneos de mapas**

30 Prioridad:

**03.01.2011 DE 102011000009**

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

**17.10.2019**

73 Titular/es:

**VORWERK & CO. INTERHOLDING GMBH  
(100.0%)  
Mühlenweg 17-37  
42275 Wuppertal, DE**

72 Inventor/es:

**MEGGLE, MARTIN;  
SAUERWALD, ANDRES y  
WALLMEYER, MARIO**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 727 617 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

Procedimiento para la localización y el modelado simultáneos de mapas

5 La invención se refiere a un procedimiento para la localización y el modelado simultáneos de mapas (Simultaneous Localisation and Mapping - SLAM) para la auto-localización de un aparato de desplazamiento automático, en especial un aparato de recogida de polvo del suelo que se desplaza automáticamente, preferiblemente con ruedas de desplazamiento accionadas eléctricamente, en el que el aparato está provisto de un dispositivo de detección de obstáculos que se compone de unidades ópticas de transmisión y recepción, calculándose además, a partir de una supuesta primera posición previamente calculada del aparato, una pluralidad de posiciones posibles y orientaciones (partículas) y considerándose las mismas, de acuerdo con un procedimiento correspondiente del aparato, con vistas a la segunda posición adoptada, por medio de los resultados de medición de las unidades ópticas de unas de las partículas previamente generadas, de acuerdo con un algoritmo de selección que tenga en cuenta la probabilidad, como nuevo emplazamiento del aparato.

15 Se conocen procedimientos del tipo en cuestión, por ejemplo, en relación con dispositivos de aspiración y/o limpieza de desplazamiento automático para la limpieza de suelos, además, según una variante perfeccionada, por ejemplo, en relación con un dispositivo de transporte o una cortadora de césped que se desplazan automáticamente. Estos dispositivos están preferiblemente provistos de sensores de distancia para, por ejemplo, contrarrestar una colisión con objetos o similares en el trayecto de desplazamiento. Con preferencia, estos sensores trabajan sin contacto, preferiblemente como sensores de luz o de ultrasonido. Se conoce igualmente la posibilidad de dotar al dispositivo de medios para la medición de distancias en todos los sentidos, por ejemplo, en forma de un sistema de triangulación óptica dispuesto sobre una plataforma que gira alrededor de un eje vertical o similar. Con este sistema se pueden realizar mediciones de distancia como consecuencia de las reflexiones, que se utilizan para la orientación espacial, sobre todo en el transcurso del trabajo automático para el reconocimiento de obstáculos, así como preferiblemente para la creación de un mapa del espacio que se ha de recorrer y, por lo tanto, para la elaboración de un cartografiado. A este respecto, se hace referencia, por ejemplo, al documento DE 2008 014 912 A1. Los límites de la habitación registrados como consecuencia de la medición de distancia, en caso dado teniendo en cuenta los obstáculos en las habitaciones, se almacenan preferiblemente en forma de una cartografía del entorno de la vivienda formada por varias habitaciones, con preferencia en una memoria no volátil del aparato, de modo que en el transcurso de un proceso de limpieza o transporte se pueda recurrir a esta cartografía. En este sentido se conoce además la posibilidad de establecer, sobre la base de un mapa así almacenado, y por medio de otros algoritmos guardados, una estrategia de procedimiento ventajosa del aparato, considerando igualmente un objeto que se encuentre en la trayectoria del aparato que se hubiera detectado a través del sensor. Para ello, es necesario determinar el valor de la distancia respecto al objeto, por ejemplo un mueble o un límite de pared, con la mayor precisión posible.

35 Se conocen además procedimientos para la localización simultánea y el modelado de mapas, especialmente bajo el término de SLAM. A este respecto se señala el artículo científico "Simultaneous Localisation and Mapping (SLAM)" Hugh Durrant-Whyte, Fellow, IEEE and Tim Bailey, Part I, publicado en la Revista "Robotics & Automation Magazine, IEEE", junio 2006. SLAM trata del problema de un robot móvil que se mueve en un entorno del que no existe ningún mapa. El robot se crea una imagen relativa de su auto-movimiento y de las características de su entorno. El objetivo de SLAM consiste en crear un mapa del entorno y del recorrido, que pueda ser modelado y utilizado por el robot o por el aparato que se desplaza automáticamente. Para la localización de la posición real se analiza una pluralidad de posiciones del aparato y orientaciones posibles. Una posición de aparato y/o orientación posible se define en el SLAM como partícula, representando cada una de estas partículas una posible posición de aparato y/u orientación. Una posición probable se representa como una partícula de gran importancia. A una partícula improbable se le asigna, por lo tanto, una importancia menor, por lo que su contribución a la localización es muy reducida o incluso nula. Al mover el aparato, las partículas se „esparcen“ a continuación alrededor de la posición y orientación aprobables. „Esparcir“ significa en este caso que las partículas de la última generación generan a continuación otras partículas que representan la nueva posición del aparato. Después del esparcido de las partículas, éstas se comparan con el resultado de medición de las unidades ópticas y se ponderan debidamente. El esparcido de partículas se limita normalmente a un número fijo, por ejemplo mil. Las partículas se esparcen alrededor de la posición actual más probable de acuerdo con una distribución de Gauss.

55 Además se señalan en relación con el estado de la técnica el documento US 2007/0061043 A1 y la bibliografía Proceedings of the 2002 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2002): "Hybrid architecture for simultaneous localization and map building in large outdoor areas" (F. Masson et al.) – 30 de septiembre a 4 de octubre de 2002 in Lausana, Suiza, publicada por IEEE in NEW YORK, NY, USA el 30 de septiembre de 2002, tomo 1, páginas 570-575, XP010609312, DOI: 10.1109/IRDS.2002.1041451 ISBN: 978-0-7803-7398-3.

60 Partiendo del estado de la técnica expuesto, la invención se plantea la tarea de perfeccionar el procedimiento para la localización y el modelado simultáneos de mapas para la auto-localización de un aparato de desplazamiento automático.

Esta tarea se resuelve en el objeto de la reivindicación 1, pretendiéndose una limitación del cálculo de las partículas con vistas o bien a un ángulo sólido y a una zona de distancia determinadas por la dirección de desplazamiento y la extensión de desplazamiento, o bien a la velocidad de desplazamiento del aparato. Como consecuencia de la solución propuesta, el esfuerzo técnico necesario para el cálculo de la posición supuesta se reduce significativamente. Por el estado de la técnica se sabe que la distribución de Gauss se tiene que calcular de nuevo para cada proceso esparcido. Por consiguiente, el esfuerzo de cálculo (cálculos de Gauss) aumenta con el número de partículas esparcidas. Se produce especialmente un gran número de cálculos de Gauss, que a causa de las numerosas funciones exponenciales requieren un esfuerzo de cálculo muy intenso. Esto puede llevar a la necesidad de utilizar microprocesadores muy potentes. Una reducción del número de partículas por sí sola, que ya ahorra trabajo de cálculo, puede dar lugar a que con el empleo de la distribución de Gauss y debido al factor aleatorio de esta distribución, en circunstancias desfavorables no se haya esparcido ninguna partícula en las proximidades de la posición real, con lo que la localización se vuelve inexacta. Este problema es contrarrestado por la invención propuesta. En lugar de tener que calcular nuevas distribuciones de Gauss para cada proceso de dispersión de partículas, se propone que la dispersión de partículas se lleve a cabo de forma fija en una zona restringida. Esto permite reducir considerablemente el trabajo de cálculo. Como consecuencia de la limitación de espacio, y teniendo en cuenta las particularidades del sistema del aparato que se desplaza automáticamente, se limita el número de partículas. El procedimiento resulta ser más eficiente en general y más preciso en términos de localización a la hora de reducir el número de partículas. Las partículas se esparcen discretamente para calcular la posible segunda posición, por lo que la especificación discreta de las posibles partículas se aproxima a una distribución de Gauss. El ángulo sólido y la zona de distancia que definen la zona de dispersión de partículas hasta la primera posición precalculada que al menos aparece realmente del aparato considera la posición probable del aparato como consecuencia del movimiento de traslación del mismo. En particular, se calcula una zona de dispersión limitada para las partículas delante del aparato en la dirección de desplazamiento habitual del aparato, partiendo de una primera posición supuesta precalculada; además de la dirección de desplazamiento del aparato, también se incluyen en el cálculo de la zona de esparcido, como parámetros, la zona de desplazamiento y la velocidad de desplazamiento del aparato. La zona de esparcido restringida es preferiblemente un área segmentada del entorno del aparato a partir de la primera posición, por ejemplo, un área segmentada circular, o una parte de la misma. Por medio de los resultados de medición de la detección de obstáculos prevista o de las unidades ópticas de transmisión y recepción, se asume después una de las partículas generadas antes en la zona de esparcido limitada, mediante el uso de un algoritmo de selección apropiado, como nueva ubicación del aparato.

Otras características de la invención se explican a continuación, también en la descripción de las figuras, con frecuencia en su asignación preferida al objeto de la reivindicación 1 o a las características de otras reivindicaciones.

El sensor omnidireccional para la detección de obstáculos, conocido por el estado de la técnica, emite un rayo de medición. Éste determina la distancia respecto al lugar de incidencia del rayo de medición en el siguiente obstáculo, por ejemplo una pared o un mueble. Como método de medición se emplea preferiblemente un procedimiento de tiempo de luz (ToF, time of flight). Un procedimiento de correlación de fase (PKS) también es posible. Con preferencia se emplea un procedimiento de triangulación. El rayo de medición se puede configurar como línea (ángulo de divergencia del rayo muy pequeño, inferior a 50 mrad, lo que con preferencia conduce normalmente a un diámetro de rayo del orden de 1 a 22 mm) o como rayo extendido. Se emplea preferiblemente un rayo con una divergencia de 2 a 4 mrad, que a una distancia de 3 m alcanza un diámetro de 20 a 30 mm. Con preferencia, la zona de recepción del sensor se configura igualmente como lóbulo de recepción divergente, cuya divergencia es mayor (por ejemplo en un factor 2) que la del rayo de emisión, para la compensación de tolerancias.

El sensor que funciona sin contacto para la medición de una distancia respecto a un objeto está provisto de al menos una fuente de luz óptica que genera el rayo de medición. La fuente de luz emite luz en la gama de longitud de ondas visible, por ejemplo luz roja en la gama de 650 nm o verde en la gama de 532 nm. Se prefiere luz en la gama infrarroja con una longitud de onda de más de 700 nm, con preferencia fuentes de rayos (diodos láser o LEDs) con longitudes de onda de, por ejemplo, 785 nm, 850 nm o 980 nm. En el caso de la fuente de luz se puede tratar de una lámpara o de un LED, previéndose preferiblemente diodos láser.

El sensor se dota preferiblemente de un elemento receptor óptico sensible, al menos, en la gama de longitudes de onda seleccionada del elemento emisor y realizado con preferencia, por ejemplo, como al menos un fotodiodo, una fotorresistencia, un chip CCD o un chip CMOS. El receptor óptico se puede diseñar como elemento receptor individual para el registro de una señal luminosa entrante individual o como conjunto multicelular o línea multicelular para el registro simultáneo o secuencial de varias señales luminosas. A este respecto se conocen también sensores extendidos, por ejemplo elementos PSD lineales o planos.

A la fuente de luz y al elemento fotosensible se pueden asignar opcionalmente elementos ópticos (preferiblemente para la formación de un rayo de emisión/cono de emisión o rayo de recepción/cono de recepción), sin que los mismos se mencionen a continuación de forma explícita. Los elementos ópticos pueden ser lentes (lentes convergentes, lentes de dispersión, también realizadas como lentes de Fresnel esféricas o esféricas), diafragmas (circulares, en forma de ranura, de cualquier forma, realizadas como piezas independientes o integradas en la carcasa del sensor), prismas, espejos (planos, cóncavos, convexos, de forma libre), conductores de luz o elementos de forma libre. Por elementos ópticos se entienden también discos de protección o cubrición en la trayectoria óptica del rayo, que sirven para la protección mecánica del dispositivo óptico. Con preferencia se asignan a la fuente de luz y/o al elemento fotosensible filtros ópticos que sean lo más transparentes posible para la longitud de onda óptica

prevista, pero lo menos transparente posible para otras. Los filtros ópticos se pueden prever como elementos separados o como elementos integrados en otros elementos ópticos (por ejemplo lentes, ventanas protectoras tintadas, recubiertas, etc.). Si se emplean espejos, se prefieren espejos superficiales dado que presentan pérdidas ópticas menores. En este caso también es posible realizar el espejo como pieza moldeada por inyección de plástico y realizar la verdadera superficie reflectante como recubrimiento superficial con una capa reflectante. Se pueden emplear capas metálicas, por ejemplo de plata, oro o cobre, con preferencia de aluminio. Si se utiliza aluminio, se prevé preferiblemente, como otro recubrimiento adicional (pasivación), una capa anticorrosiva.

En una forma de realización preferida, se definen dentro del ángulo y de la zona de distancia, preferiblemente en la zona limitada de esparcido de partículas, zonas de probabilidades de permanencia mayores y de zonas de probabilidades de permanencia menores, calculándose con preferencia en una zona de probabilidades de permanencia mayores más partículas que en las zonas de probabilidades de permanencia menores. En el lugar de la posición más probable del aparato, resulta por lo tanto preferiblemente una densidad de partículas más alta que en las zonas de borde de la zona de esparcido de partículas limitada. Especialmente en estas zonas de borde de la distribución se especifican preferiblemente también partículas (probabilidades de permanencia menores), a fin de poder tener en cuenta las desviaciones mayores del aparato durante el desplazamiento (por ejemplo por el deslizamiento de las ruedas de tracción) en la localización.

En otra forma de realización preferida, se especifican con vistas a la zona de distancia que definen la zona de esparcido de partículas limitada, una línea distal y una línea proximal, dentro de las cuales sólo se calculan partículas. Como consecuencia de la delimitación por medio de líneas distales y proximales resulta preferiblemente un contorno, en conjunto en forma de plátano o bumerang, de la zona de esparcido de partículas limitada, distanciándose con preferencia la línea proximal de la zona de distancia en dirección de desplazamiento del aparato de la primera posición supuesta precalculada del aparato. Esta distancia depende además preferiblemente de la extensión y velocidad de desplazamiento del aparato, al igual que especialmente también la distancia de la línea distal respecto a la línea proximal y, por consiguiente, la extensión de la zona en la dirección de desplazamiento del aparato.

Las líneas distal y proximal son preferiblemente líneas de radio que parten de la primera posición supuesta del aparato, preferiblemente líneas de radio que parten de la partícula que define la posición más probable y, por lo tanto, en su caso la (primera) posición actual real.

En otra forma de realización se prevé que, al lado de los límites de ángulo de la habitación, se calculen también partículas en una zona que se aproxima más a la posición previamente calculada del aparato que una zona que se aleja más de los límites de ángulo. Como consecuencia de este perfeccionamiento se contrarresta una "pérdida" del aparato, por ejemplo también en casos extremos debidos a los recubrimientos de suelos. El aparato puede permanecer, por ejemplo, prácticamente en un mismo lugar a causa del bloqueo o del empalme de las preferiblemente dos ruedas de desplazamiento del aparato, accionadas por motor eléctrico. La posición se mantiene sin cambios o prácticamente sin cambios. La zona de esparcido de partículas limitada se amplía como consecuencia de la solución propuesta o se complementa mediante una zona de esparcido limitada en la posición actual previamente calculada del aparato. Como alternativa o en combinación se calculan también partículas en una zona que cubre una posición posible del aparato después de un desplazamiento del mismo, siguiendo el aparato durante este desplazamiento, por ejemplo a causa de un bloqueo de una de las ruedas accionadas o de un resbalamiento completo de una de las dos ruedas de desplazamiento, una dirección de desplazamiento que se separa de forma extrema de la dirección de desplazamiento predeterminada. Estas zonas de esparcido de partículas adicionales o ampliadas se definen en una variante preferida como zonas de baja probabilidad de permanencia, con preferencia con una densidad de partículas más baja frente a las zonas de alta probabilidad de permanencia.

A continuación la invención se explica con mayor detalle a la vista del dibujo adjunto que representa únicamente ejemplos de realización. Se ve en la:

Figura 1 un aparato de desplazamiento automático en forma de un aparato de recogida de polvo del suelo en una representación en perspectiva;

Figura 2 una representación esquemática de un esparcido limitado de partículas según la invención para la localización y el modelado de mapas;

Figura 3 una representación correspondiente a la figura 2 que se refiere a otra forma de realización;

Figura 4 otra representación correspondiente a la figura 2 en otra forma de realización;

Figura 5 en otra forma de realización, una representación correspondiente a la figura 2, una combinación de las formas de realización según la figura 3 y la figura 4.

Con referencia a la figura 1 se representa y describe, en primer lugar, un aparato 1 en forma de una aspiradora y barredora, y además en forma de un robot aspirador doméstico de desplazamiento automático. El mismo está provisto de un chasis que presenta por su parte inferior orientada hacia el suelo 2 a limpiar, ruedas de desplazamiento 3 accionadas por medio de un motor eléctrico, así como preferiblemente un cepillo que sobresale del canto inferior del fondo del chasis, también accionado por medio de un motor eléctrico. Por encima del chasis se dispone una caperuza de aparato 4, presentando el aparato una planta circular. En relación con la configuración del

aparato 1 como aspiradora y/o barredora, se señala, por ejemplo, el documento DE 102 42 257 A1 inicialmente mencionado.

El aparato 1 puede presentar adicional o alternativamente al cepillo, aunque no se represente, una boca de aspiración. En este caso se dispone en el aparato 1 además un motor de aspirador accionado eléctricamente.

- 5 El suministro de energía eléctrica a los distintos componentes eléctricos del aparato 1, como para el motor eléctrico de las ruedas de desplazamiento 3, para el accionamiento eléctrico del cepillo, en su caso para el aspirador y además para el sistema electrónico previsto en el aparato 1 para el control del mismo, se produce a través de un acumulador recargable no representado.

- 10 El aparato 1 se dota además de un dispositivo de detección de distancia / obstáculos H en forma de un primer sensor 5 que funciona sin contacto y que presenta un dispositivo de emisión de rayos de luz y un dispositivo de recepción de rayos de luz. Este sensor 5 se dispone por encima de la caperuza 4 del aparato 1 y puede girar alrededor de un eje vertical x, que representa a la vez el eje vertical central del aparato 1. El sensor 5 consta preferiblemente de un sistema de triangulación, por medio del cual se puede llevar a cabo una medición de distancia omnidireccional (en 360° alrededor del eje x, flecha d en la figura 1).

- 15 Con ayuda del sensor 5 se consigue, en primer lugar, una detección de obstáculos como consecuencia de la exploración rotatoria en un plano de exploración preferiblemente horizontal, es decir, en un plano paralelo al suelo 2, por lo que el aparato 1 se puede mover sin colisiones sobre el suelo 2 o en su entorno. Con preferencia se puede realizar además, a través del sensor 5, una medición de distancia del entorno, utilizándose los valores de distancia determinados respecto a los obstáculos para la confección de una cartografía de toda la zona, que se almacena y  
20 deposita en el aparato 1.

- Para la auto-localización, y de forma correspondiente para la localización y el modelado simultáneos de mapas, se prevé un procedimiento que se representa esquemáticamente en la figura 2. En el SLAM se calcula, partiendo de una primera posición supuesta precalculada (partícula 7) del aparato 1, una pluralidad de posibles posiciones y orientaciones en forma de partículas 6, que después de un movimiento de desplazamiento correspondiente del  
25 aparato en dirección de la flecha r se consideran, con vistas a la segunda posición adoptada, por medio de los resultados de medición de la detección de obstáculos H, una de las partículas 6 previamente generadas, de acuerdo con un algoritmo de selección que tenga en cuenta la probabilidad, como nuevo emplazamiento del aparato 1. El cálculo de las partículas 6 queda limitado con vistas a un ángulo de habitación  $\alpha$  y la zona de distancia a determinados por la dirección de desplazamiento r y la extensión o velocidad de desplazamiento especificados del  
30 aparato, en concreto con referencia a la partícula 7 que representa la primera posición supuesta precalculada del aparato 1. El ángulo  $\alpha$  se extiende preferiblemente en 60° hasta 120°, especialmente en 90°, representando el recorrido del aparato 1 preferiblemente una bisectriz, al menos de forma aproximada. La zona de distancia a se calcula preferiblemente con independencia de la velocidad de desplazamiento y del trayecto a recorrer por el aparato 1.

- 35 Se determinan preferiblemente una línea distal 8 y una línea proximal 9, que son con preferencia líneas de radio que parten de una primera posición supuesta del aparato 1, especialmente de la partícula 7 que representa esta primera posición supuesta.

Las líneas distal y proximal 8 y 9 limitan conjuntamente con el ángulo  $\alpha$  una zona de esparcido de partículas 10, siendo probable dentro de esta zona 10 la segunda posición adoptada por el aparato 1 después del desplazamiento.

- 40 Dentro de la zona de esparcido de partículas 10 se define, especialmente en la zona de corte con la línea de desplazamiento del aparato 1, una zona 11 de mayor probabilidad de permanencia como consecuencia de una mayor densidad de partículas 6. Para poder tener en cuenta desviaciones mayores del aparato en el transcurso del movimiento de desplazamiento en la localización, se definen a ambos lados de la zona 11 de mayor densidad de partículas otras zonas 12 y 13 de probabilidades de permanencia medias y bajas, lo que se hace como  
45 consecuencia de una densidad de partículas uniforme.

Las figuras 3 y 4 muestran a la vista de otros dos ejemplos de realización, respectivamente, una ampliación de la zona de esparcido de partículas 10 en las zonas 13' ocupadas por menos partículas 6 a causa de la menor probabilidad de permanencia. Estas zonas 13' cubre posibles zonas previstas para permitir, especialmente en virtud del comportamiento errónea de desplazamiento del aparato 1, un cálculo de la posición momentánea del aparato 1.

- 50 De este modo, frente al ejemplo de realización de la figura 2, la zona de esparcido de partículas 10 se amplía dentro de la zona limitada por el ángulo  $\alpha$ , respectivamente por el borde hacia dentro en dirección a la posición previamente calculada, de manera que, por ejemplo en caso de bloqueo o de un resbalamiento completo de una de las dos ruedas de desplazamiento 3 del aparato 1, y por lo tanto en el transcurso de la desviación del aparato 1 durante el desplazamiento a una posición angular, considerada en relación con toda la zona de esparcido, se pueda conseguir  
55 nuevamente la determinación de la posible posición.

En la figura 4 esta zona adicional 13' se asigna a la posición previamente determinada del aparato 1, a fin de determinar la nueva posición, por ejemplo en caso de bloqueo o resbalamiento total de las dos ruedas de desplazamiento 3.

La figura 5 muestra una combinación de las formas de realización según las figuras 3 y 4. En esta variante, la zona de esparcido de partículas 10, que se compone de varias zonas de probabilidad de permanencia más alta, media y más baja, comprende preferiblemente todas las posiciones a las que el aparato 1 puede llegar después de un desplazamiento o después de un intento de desplazamiento.

5 Después de un desplazamiento correspondiente del aparato 1 se considera, con vistas a la segunda posición adoptada, a la vista de los resultados de medición de la detección de obstáculos H, una de las partículas 6 previamente generadas dentro de la zona de esparcido de partículas 10, según un algoritmo de selección predeterminado que tiene en cuenta la probabilidad, como nueva ubicación del aparato 1.

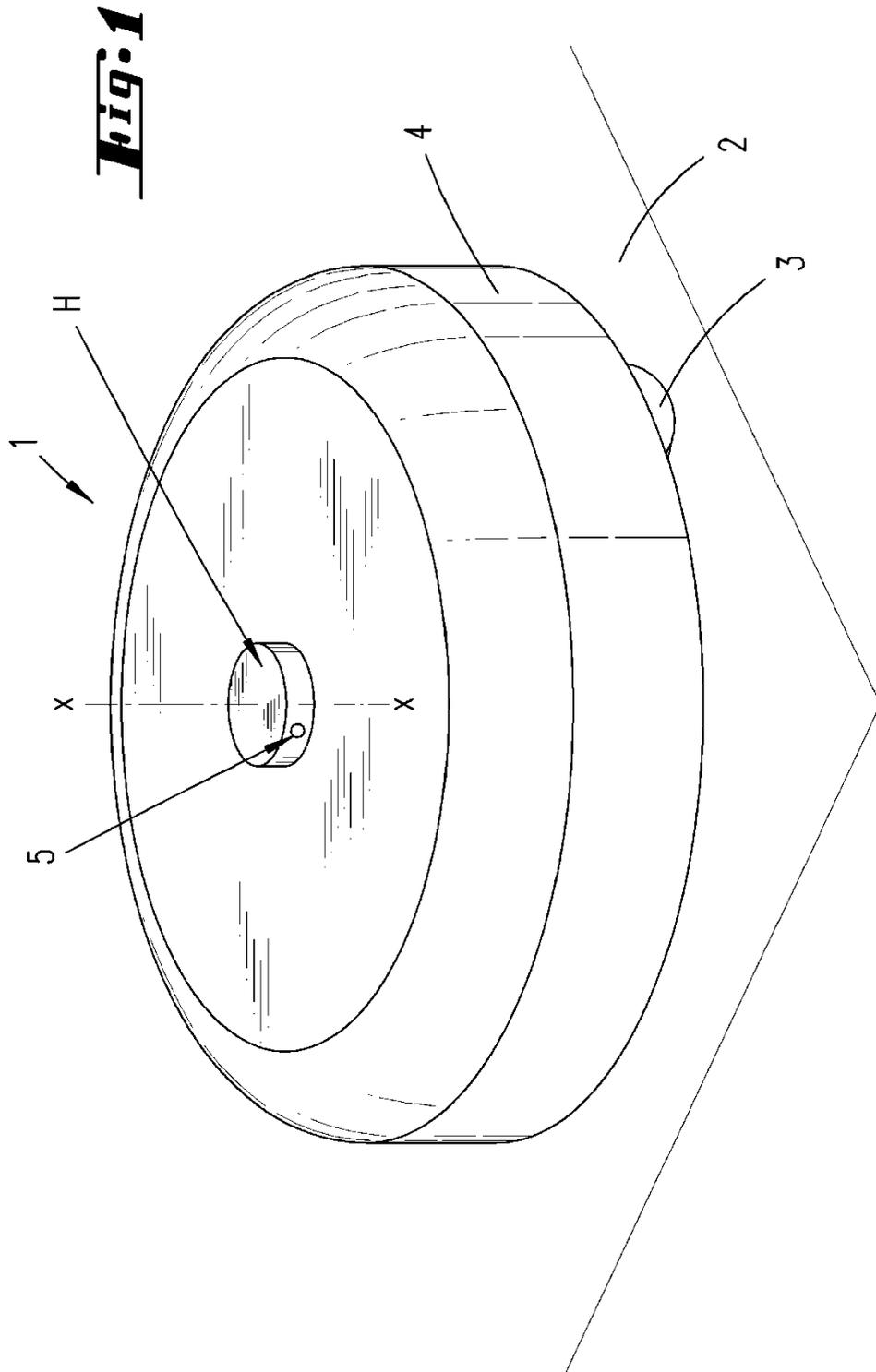
10 La partícula 6, que después representa la posición probable del aparato 1, es para el cálculo de la siguiente posición del aparato igual a la partícula 7 antes descrita de las partículas iniciales, a partir de las cuales se calcula la siguiente zona de esparcido de partículas 10, teniendo en cuenta la dirección de desplazamiento r. El esparcido de partículas y el cálculo se realizan preferiblemente en el transcurso del desplazamiento del aparato.

Lista de referencias

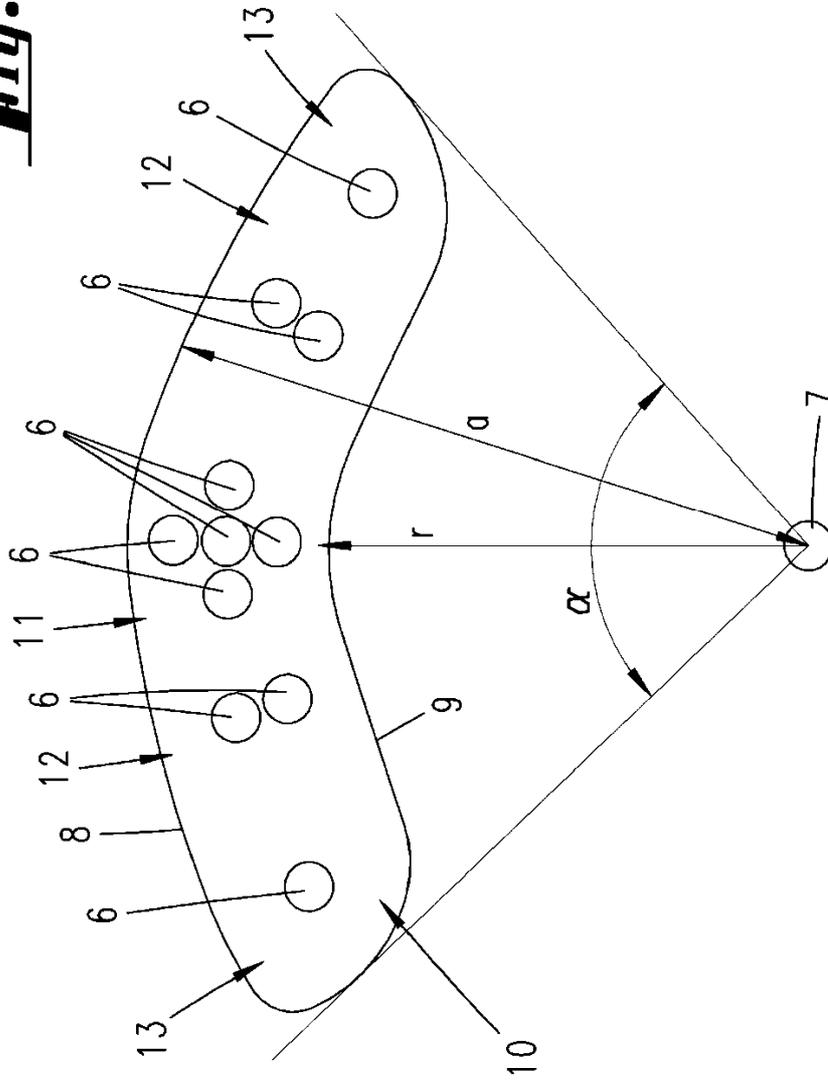
- |    |          |   |
|----|----------|---|
| 15 | 1        | Aparato                                   |
|    | 2        | Suelo                                     |
|    | 3        | Rueda de desplazamiento                   |
|    | 4        | Caperuza del aparato                      |
|    | 5        | Sensor                                    |
| 20 | 6        | Partícula                                 |
|    | 7        | Partícula                                 |
|    | 8        | Línea distal                              |
|    | 9        | Línea proximal                            |
|    | 10       | Zona de esparcido de partículas           |
| 25 | 11       | Zona de probabilidad de permanencia alta  |
|    | 12       | Zona de probabilidad de permanencia media |
|    | 13       | Zona de probabilidad de permanencia baja  |
|    | 13'      | Zona de probabilidad de permanencia baja  |
| 30 | a        | Zona de distancia                         |
|    | r        | Dirección de desplazamiento               |
|    | x        | Eje de giro                               |
|    | H        | Dispositivo de detección de obstáculos    |
| 35 | $\alpha$ | Ángulo de la habitación                   |

**REIVINDICACIONES**

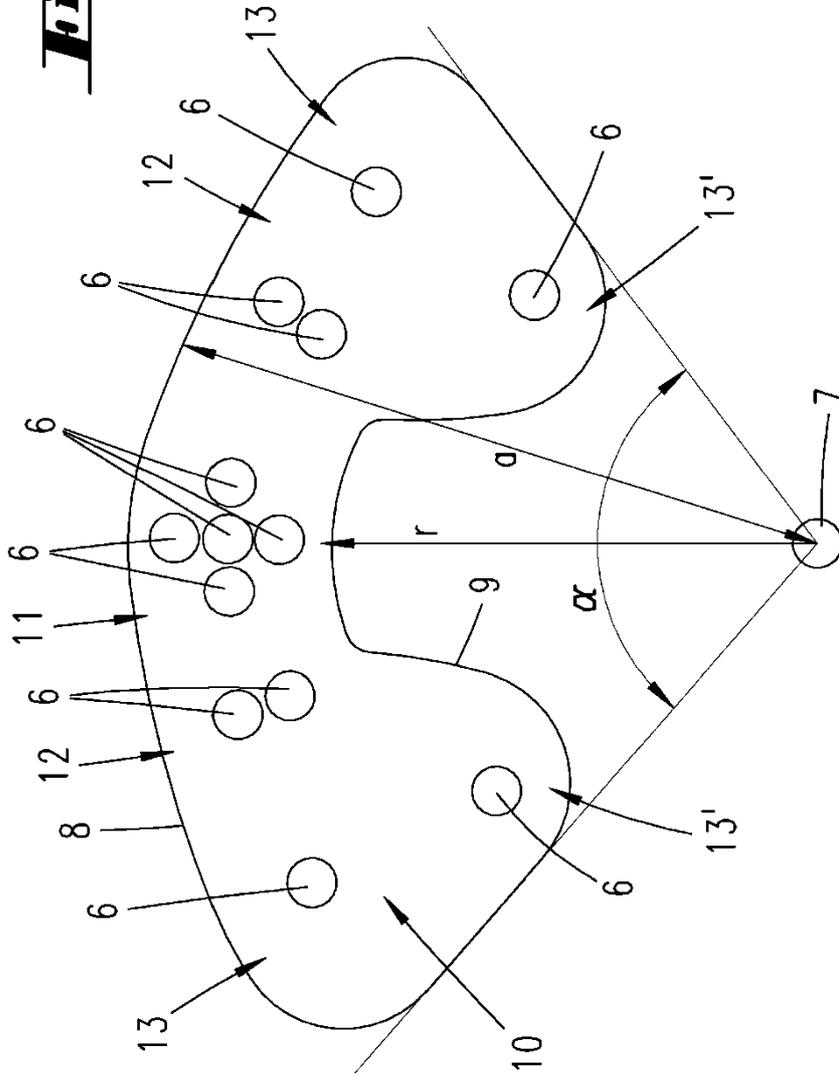
1. Procedimiento para la localización y el modelado simultáneos de mapas para la auto-localización de un aparato (1) de desplazamiento automático, especialmente de un aparato de recogida de polvo del suelo que se desplaza automáticamente, con ruedas de desplazamiento (3) accionadas preferiblemente por medio de un motor eléctrico, estando el aparato (1) provisto de un dispositivo de detección de obstáculos (H) compuesto por unidades ópticas de emisión y de recepción, calculándose además una pluralidad de posibles posiciones (6), es decir, de posiciones y orientaciones, partiendo de una primera posición supuesta previamente calculada del aparato (1) y considerándose, después de un desplazamiento correspondiente del aparato (1), con vistas a la segunda posición adoptada, a la vista de los resultados de medición de la detección de las unidades ópticas, una de las partículas (6) previamente generadas, según un algoritmo de selección predeterminado que tiene en cuenta la probabilidad, como nueva ubicación del aparato (1), caracterizado por que el cálculo de las partículas (6) se limita con vistas a un ángulo ( $\alpha$ ) y una zona de distancia (a) determinados por la dirección de desplazamiento (r) y la extensión de desplazamiento o la velocidad de desplazamiento especificados del aparato (1).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dentro del ángulo ( $\alpha$ ) y de la zona de distancia (a) se definen a su vez zonas de mayores probabilidades de permanencia (11) y de menores probabilidades de permanencia (13) y por que en una zona de mayores probabilidades de permanencia (11) se calculan más partículas (6) que en las zonas de menores probabilidades de permanencia (13).
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en relación con la zona de distancia (a) se establecen una línea distal (8) y una línea proximal (9), dentro de las cuales sólo se calculan partículas (6).
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que la línea distal (8) y la línea proximal (9) son líneas de radio que parten de la primera posición supuesta del aparato (1).
5. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al lado de los límites del ángulo también se calculan partículas (6) en una zona (13') que se acerca más a la posición previamente calculada del aparato (1) que en una zona alejada de los límites del ángulo.



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

