

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 210**

51 Int. Cl.:

G05D 1/02 (2006.01)

B25J 5/00 (2006.01)

B25J 9/16 (2006.01)

B25J 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.02.2013 PCT/AT2013/050031**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.08.2013 WO13116887**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2013 E 13713066 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2812766**

54 Título: **Procedimiento para desencadenar automáticamente una autolocalización**

30 Prioridad:

08.02.2012 DE 102012201870

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

11.10.2017

73 Titular/es:

**ROBART GMBH (100.0%)
Friedhofstrasse 4
4020 Linz, AT**

72 Inventor/es:

**ARTES, HAROLD;
SEETHALER, DOMINIK y
SCHAHPAR, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 637 210 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 desencadenar automáticamente una autolocalización

5 Campo técnico

La presente descripción se refiere a un procedimiento para desencadenar automáticamente una autolocalización, en particular una autolocalización global automática de un robot autónomo autopropulsado (por ejemplo robots aspiradores).

10 Antecedentes

Se conocen numerosos robots autopropulsados para la limpieza o el procesamiento de superficies de suelo y pueden adquirirse comercialmente. Básicamente se pretende conseguir un procesamiento lo más completo posible de la superficie de suelo en el menor tiempo posible. En sistemas sencillos se usan procedimientos de navegación aleatoria (por ejemplo el documento EP 2287697 A2 de iRobot Corp.), que funcionan sin la generación o el uso de un mapa del entorno, en el que se encuentra la superficie de suelo que va a procesarse. Es decir, no se usa ninguna información de ubicación relativa a obstáculos, delimitaciones de la superficie de suelo, zonas limpiadas/no limpiadas, etc. En combinación con estrategias de movimiento locales, únicamente se varía la dirección de desplazamiento (aleatoriamente) en el caso de una colisión con un obstáculo. De este modo se acepta por ejemplo una limpieza múltiple de superficies de suelo sin poder ofrecer garantía (en tiempo finito) de una limpieza completa de la superficie de suelo.

La publicación EP 2 256 574 A1 describe una técnica para estimar la posición propia y para generar un mapa del entorno para un robot móvil autónomo. La publicación US 2003/030398 A1 describe un robot de servicio con un mapa del entorno almacenado, estando asociada una tarea a al menos un segmento del mapa. En la publicación Jensfelt, P., Active Global Localization for a Mobile Robot Using Multiple Hypothesis Tracking, IEEE Trans. en Robotics and Automation, tomo 17, n.º 5, 5 de octubre de 2001, se describe un enfoque probabilístico para la localización de un robot móvil, usándose un "modelo del mundo" topológico incompleto. En la publicación DE 10 2007 010979 B3 se describe un procedimiento para la limpieza de una superficie de suelo por medio de un robot aspirador. El robot aspirador descrito determina el grado de suciedad de zonas individuales de la superficie de suelo debido a la cantidad de polvo recogida allí durante la limpieza y registrada por el dispositivo sensor, la almacena y controla la intensidad de procesamiento de una zona en un ciclo de procesamiento posterior en función de la cantidad de polvo almacenada de esa zona. En cada aspiración, se combinará la cantidad de polvo medida, para su actualización, con los datos existentes, por ejemplo, mediante promediación u otra operación matemática, con lo que el sistema se vuelve adaptativo y con capacidad de autoaprendizaje. Si el robot aspirador se desplaza a otra habitación, tras un breve tiempo se establece una desviación masiva de los nuevos datos con respecto a los antiguos. De este modo, la unidad de control reconoce el cambio de habitación y reacciona con un nuevo desplazamiento de aprendizaje con una aspiración completa con una potencia de soplador y un número de revoluciones del cepillo máximos. La publicación US 2005/0182518 se refiere igualmente a un robot aspirador, que navega por medio de un procedimiento Visual-SLAM (VSLAM, SLAM visual). A este respecto, pueden corregirse errores en la odometría del robot por medio de una estimación de la posición basándose en la detección (visual) de marcas terrestres.

Los sistemas más complicados generan un mapa del entorno para una planificación dirigida de la trayectoria y una limpieza dirigida de la superficie de suelo por medio de un algoritmo SLAM (SLAM: "Simultaneous Localization and Mapping", "localización y generación de mapas simultáneas"). A este respecto, se determina un mapa y la posición del robot en el mapa por medio de sensores externos (escáner de distancia por láser, triangulación por medio de cámara y láser, sensores de contacto, etc.) y sensores inerciales (sensores odométricos, sensores de aceleración, etc.). En los robots de limpieza más recientes, que usan un módulo SLAM de este tipo, el mapa generado no es permanente, es decir se genera un nuevo mapa para cada nueva operación de limpieza (es decir tras la finalización de una operación de limpieza previa).

A diferencia de los mapas no permanentes, el uso de mapas almacenados de manera permanente posibilita operaciones de procesamiento más eficaces, dado que no es necesaria una exploración repetida del entorno. Por consiguiente, una operación de procesamiento puede calcularse desde el principio. A este respecto, puede determinarse y volver a usarse información basada en mapa adicional (por ejemplo zonas problemáticas, zonas muy sucias, etc.). Sin embargo, también puede aceptarse información específica del usuario, tal como por ejemplo denominaciones de las habitaciones, zonas que requieren una limpieza más intensa o zonas bloqueadas, cuya introducción no sería lógica en los mapas no permanentes. En el documento US 6.667.592 B2 de Intellibot se usa, por ejemplo, un mapa almacenado/permanente para asignar funciones (eventualmente diferentes) (por ejemplo aspiración, fregado) a zonas parciales individuales de un mapa, que pueden ejecutarse entonces de manera autónoma por parte de un aparato de limpieza. En el documento US 2009/0182464 A1 de Samsung se descompone el mapa disponible en zonas parciales, que a continuación se limpian secuencialmente.

Un requisito básico para robots que almacenan mapas de manera permanente es que el robot pueda localizarse de manera autónoma en el mapa permanente, sin o sólo con un conocimiento previo muy limitado sobre su posición real en relación con el mapa. Esta capacidad se denomina también autolocalización global (del inglés *global self-localization*). Un procedimiento de este tipo se describe, por ejemplo, en "Active Global Localization for a Mobile Robot using Multiple Hypothesis Tracking", IEEE Transactions on Robotics and Automation, 2001.

Sin embargo, una autolocalización, que se realiza según un procedimiento de este tipo, puede durar mucho según el tamaño y el número de los mapas existentes. Durante este tiempo, el robot se pone en parte fuera de servicio para su verdadera tarea, por ejemplo aproximarse a un punto objetivo, con lo que se retarda la ejecución de la tarea.

El objetivo en el que se basa la invención consiste ahora en poner a disposición un robot autónomo, que realice una autolocalización en la medida de lo posible, en particular sólo cuando resulte ser necesario, para ahorrar tiempo y energía para la verdadera ejecución de la tarea.

15 Sumario de la invención

Dicho objetivo se alcanza mediante un robot móvil según la reivindicación 1. Diferentes ejemplos y perfeccionamientos de la invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

20 A continuación se describirá un robot móvil autopropulsado para la ejecución autónoma de tareas. Según un ejemplo de la invención, el robot presenta lo siguiente: un módulo de accionamiento para el movimiento del robot por encima de la superficie de suelo, un módulo de procesamiento para ejecutar las tareas durante una operación de procesamiento; al menos un módulo sensor para registrar información en cuanto a la estructura del entorno y/o en cuanto a la superficie de suelo; un módulo detector, que está configurado para detectar un desplazamiento del robot antes de o durante una operación de procesamiento; y un módulo de navegación, que está configurado para hacer navegar el robot durante la operación de procesamiento mediante un mapa del entorno por encima de la superficie de suelo, para almacenar y gestionar uno o varios mapas del entorno, y realizar una autolocalización, cuando el módulo detector ha detectado un desplazamiento del robot, detectándose en la autolocalización si y dónde se encuentra el robot dentro de los mapas almacenados.

30 Por lo demás se describe un procedimiento para la realización automática de tareas con ayuda de un robot autónomo autopropulsado. Según un ejemplo de la invención, el procedimiento presenta lo siguiente: almacenar y gestionar al menos un mapa del entorno; Iniciar la operación de procesamiento y ejecutar las tareas con ayuda de un módulo de procesamiento dispuesto en el robot; hacer navegar el robot por encima de las superficies de suelo durante la operación de procesamiento mediante un mapa del entorno; registrar información en cuanto a la estructura del entorno y/o en cuanto a la superficie de suelo durante la operación de procesamiento mediante al menos un módulo sensor dispuesto en o dentro del robot; realizar una autolocalización, cuando un módulo detector dispuesto en o dentro del robot detecta que se ha desplazado el robot, detectándose en la autolocalización si y dónde se encuentra el robot dentro de los mapas almacenados.

40 Los ejemplos y las características técnicas del robot móvil, descritos en relación con el procesamiento de una superficie de suelo, también pueden aplicarse a un robot móvil para realizar otras tareas o tareas adicionales. Las tareas ejecutadas por el robot móvil descrito también pueden comprender, por ejemplo, el procesamiento de superficies de suelo, la inspección de la superficie de suelo o del entorno, el transporte de objetos, la limpieza de aire y/o la ejecución de juegos de entretenimiento. Un módulo de procesamiento no es obligatoriamente necesario, por ejemplo, en el caso de un uso exclusivo para inspección.

Breve descripción de los dibujos

50 Se pretende que los siguientes dibujos y la descripción adicional ayuden a entender mejor la invención. Los elementos en los dibujos no deben entenderse necesariamente como limitación, más bien se da importancia a representar el principio de la invención. En los dibujos, los mismos números de referencia designan componentes iguales o similares o señales con el mismo o similar significado. En los dibujos muestran:

55 la figura 1 a modo de ejemplo una representación isométrica esquemática de un robot autopropulsado para la limpieza autónoma de superficies de suelo;

la figura 2 una representación a modo de ejemplo de un robot autopropulsado para la limpieza autónoma de superficies de suelo en diferentes posiciones en una región que debe limpiarse;

60 la figura 3 a modo de ejemplo, mediante un diagrama de bloques, la construcción de un robot según la invención para el procesamiento autónomo de superficies de suelo; y

65 la figura 4 mediante un diagrama de bloques, un ejemplo adicional de un robot según la invención para el procesamiento autónomo de superficies de suelo.

Descripción detallada

5 La figura 1 muestra a modo de ejemplo una representación isométrica esquemática de un robot 100 autopropulsado para la limpieza autónoma de superficies de suelo. La figura 1 muestra también un sistema de coordenadas cartesianas con origen en el centro del robot 100. Los aparatos de este tipo están configurados frecuentemente, aunque no necesariamente, en forma de disco. El eje vertical z pasa por el centro del disco. El eje longitudinal se designa con x y el eje transversal con y.

10 El robot 100 comprende un módulo de accionamiento (no representado), que puede presentar por ejemplo motores eléctricos, engranajes y ruedas. El módulo de accionamiento puede estar configurado, por ejemplo, para mover el robot en una dirección hacia delante y hacia detrás (en la representación de la figura 1 esto sería a lo largo del eje x) y hacer girar alrededor del eje vertical (en la representación de la figura 1 esto sería el eje z). Por consiguiente, el robot puede, en teoría, aproximarse a cualquier punto de una superficie de suelo (que se encuentra en paralelo al plano definido por el eje x y el eje y). El robot comprende por lo demás un módulo de procesamiento, como por ejemplo un módulo de limpieza, que está configurado para limpiar la superficie de suelo que se encuentra debajo del (y/o junto al) robot. Por ejemplo se aspiran polvo y partículas de suciedad a un recipiente de captación o se transportan de manera mecánica (o de alguna otra manera) al interior del mismo. Los robots de este tipo son, en sí, conocidos y se diferencian esencialmente por el tipo de navegación en el entorno y la "estrategia" que se emplea en el procesamiento de la superficie de suelo, tal como por ejemplo en una operación de limpieza.

25 Se conocen robots, que funcionan sin la generación o el uso de un mapa. En los sistemas de este tipo, comparativamente sencillos, se usan por regla general procedimientos de navegación aleatorios. No se almacena información relativa a la ubicación, tal como por ejemplo información relativa a obstáculos o puntos de orientación, ni vuelve a usarse durante las operaciones de procesamiento. En combinación con estrategias de movimiento locales, tales robots cambian por regla general (de manera aleatoria) la dirección de desplazamiento en el caso de una colisión con un obstáculo. De esta manera se limpian parcialmente múltiples veces superficies de suelo en una región que debe limpiarse, mientras que es probable que otras superficies de suelo ni siquiera se limpien.

30 Por este motivo se han desarrollado sistemas más complejos, que determinan un mapa del entorno y al mismo tiempo la posición correspondiente del robot en este mapa. Se conocen procedimientos de este tipo y se denominan procedimientos SLAM (inglés: *Simultaneous Localization and Mapping*, español: localización y generación de mapas simultáneas, véase, por ejemplo, H. Durrant-Whyte y T. Bailey: *Simultaneous Localization and Mapping (SLAM): Part I The Essential Algorithms*", en: *IEEE Robotics and Automation Magazine*, tomo 13, n.º 2, págs. 99-110, junio de 2006). De esta manera se hace posible una navegación dirigida. A este respecto, el mapa y la posición del robot en el mapa pueden determinarse por medio de uno o varios sensores.

40 En algunos sistemas conocidos, para cada nueva operación de limpieza se genera un nuevo mapa, es decir, los mapas no son permanentes. En los sistemas de este tipo, para el robot resulta irrelevante si entre dos operaciones de limpieza un usuario lo ha desplazado por ejemplo a otra habitación, dado que en cada nueva operación de procesamiento genera automáticamente un nuevo mapa.

45 Con sistemas, en los que los mapas generados por el robot se almacenan de manera permanente y vuelven a usarse para posteriores operaciones de limpieza, en comparación con sistemas con mapas temporales, son posibles operaciones de procesamiento más eficaces, dado que no es necesaria una exploración repetida del entorno. Adicionalmente puede determinarse y volver a usarse información basada en mapas. Así, pueden marcarse en el mapa, por ejemplo, zonas muy sucias, y tratarse especialmente durante una operación de limpieza posterior. También puede aceptarse información específica del usuario, tal como, por ejemplo, denominaciones de las habitaciones. Sin embargo, en el caso de volver a usar mapas almacenados es necesario poder gestionar de manera eficaz un desplazamiento del robot, por ejemplo a una zona en otro mapa almacenado, entre y en particular antes de las operaciones de procesamiento.

55 La figura 2 muestra a modo de ejemplo un robot 100 autónomo en una posición A dentro de una región G que debe limpiarse. A este respecto, la región G que debe limpiarse se divide en diferentes habitaciones, que están conectadas entre sí mediante puertas. A este respecto, en las habitaciones individuales pueden encontrarse objetos de diferentes tipos (superficies rayadas). Si el robot 100 termina una operación de limpieza, por ejemplo, en la posición A, entonces almacena por regla general esta posición. Por consiguiente, al inicio de la siguiente operación de limpieza el robot 100 sabe en qué sitio se encuentra dentro del mapa usado. Sin embargo, para ello es necesario que el robot 100 vuelva a iniciar la siguiente operación de limpieza desde la posición A. Sin embargo, si el robot 100 se desplaza antes de la siguiente operación de limpieza, por ejemplo, a otra posición B en la misma habitación o también a una posición C en otra habitación de la región G que va a limpiarse, entonces la posición A almacenada al finalizar la operación de limpieza anterior no coincide con la posición B o C inicial real de la siguiente operación de limpieza.

Un usuario también puede desplazar el robot 100 durante una operación de limpieza, por ejemplo de la posición A' a otro sitio B o C. El robot 100 tendrá por tanto que seguir realizando la operación de limpieza ya iniciada desde otra posición. Si el robot 100 tiene almacenado varios mapas, por ejemplo un mapa para cada planta de un edificio, entonces también es posible que el robot 100 no sólo se desplace dentro de un mapa, sino de un mapa a otro.

Por este motivo, un robot 100 de este tipo puede realizar por regla general una denominada autolocalización global, antes de que comience con una operación de limpieza. A este respecto, autolocalización global (del inglés "global self-localization") significa que el robot 100 se localiza de manera autónoma en un mapa permanente, sin o sólo con un conocimiento previo muy limitado sobre su posición real en relación con el mapa. A este respecto, el robot 100 puede empezar a elaborar activamente, por ejemplo, un nuevo mapa temporal mediante una nueva exploración (del inglés "active global self-localization"). A este respecto, el robot 100 compara repetidas veces el nuevo mapa temporal aún durante la elaboración con todos los mapas almacenados, hasta que se ha conseguido una seguridad suficiente sobre una localización satisfactoria o insatisfactoria.

A este respecto, el robot 100 determina de manera autónoma hipótesis de localización globales en los mapas almacenados. Esto significa que comprueba diferentes criterios, para poder asociar el emplazamiento actual unívocamente a una posición en el mapa. El robot puede por ejemplo determinar en qué dirección y a qué distancia se encuentra una puerta, paredes o determinados muebles. Con cada característica reconocida puede limitarse el número de las posibles posiciones.

La figura 3 es un diagrama de bloques, que ilustra la construcción esquemática de un ejemplo de un robot según la invención para el procesamiento autónomo (por ejemplo la limpieza) de superficies de suelo. Se representan un módulo 130 de accionamiento y un módulo 140 de procesamiento, que ya se mencionaron anteriormente. Ambos módulos 130 y 140 se controlan mediante un módulo 110 de control y navegación (*navigation and control module*). El módulo de navegación está configurado para hacer navegar el robot durante una operación de limpieza mediante un mapa del entorno por encima de la superficie de suelo. A este respecto, el mapa está depositado en una memoria del módulo 110 de control y navegación en forma de datos de mapa (*map data*). Para la navegación en el entorno se conocen diferentes estrategias para la planificación de la trayectoria teórica del robot. En general se intenta cubrir de la manera más completa posible la superficie de suelo que va a procesarse (por ejemplo que va a limpiarse) con una trayectoria lo más corta posible, para garantizar un procesamiento (por ejemplo limpieza) completo.

El robot 100 comprende además un módulo 120 sensor para registrar información en cuanto a la estructura del entorno y/o en cuanto a propiedades de la superficie de suelo. Con este fin, el módulo sensor puede presentar una o varias unidades de sensor, que están configuradas para registrar información, en base a la cual puede elaborarse un mapa del entorno y localizarse la posición del robot en el mapa. Sensores adecuados para este fin son, por ejemplo, escáneres de distancia por láser, cámaras, sensores de triangulación, sensores de contacto para reconocer un choque con un obstáculo, etc. Para la elaboración del mapa y para la determinación simultánea de la posición del robot dentro del mapa puede utilizarse, tal como ya se ha descrito, un procedimiento SLAM.

En el caso de una localización satisfactoria, el mapa (temporal) recién elaborado y el mapa de localización permanente correspondiente al mismo pueden combinarse de manera razonable, para actualizar posibles diferencias. Así, por ejemplo en la localización puede haber nuevos objetos o haberse retirado objetos presentes anteriormente. A este respecto, las hipótesis de localización deben presentar una calidad suficientemente alta, es decir debe haberse encontrado un número mínimo de coincidencias unívocas entre el mapa nuevo y el almacenado.

La localización falla, cuando no puede conseguirse una localización con una calidad suficientemente alta. En un caso de este tipo, el robot 100 puede generar, por ejemplo a partir de los datos obtenidos durante la localización, un mapa del entorno momentáneo y almacenarlo como nuevo mapa. Así, un mapa obtenido de esta manera también está disponible para futuras operaciones de limpieza.

A este respecto, una autolocalización global del robot 100 se desencadena de manera autónoma. El robot 100 presenta para ello, por ejemplo, un módulo 150 detector. A este respecto, el módulo 150 detector puede estar configurado como módulo propio, pero también puede integrarse, por ejemplo, en el módulo 110 de navegación o el módulo 120 sensor. El módulo 150 detector está configurado para detectar si se ha desplazado el robot 100. Esta detección puede tener lugar de diferentes maneras. Por ejemplo, el robot 100 puede detectar una elevación, así como una posterior reposición del robot 100. Para ello, el robot puede presentar, por ejemplo, uno o varios conmutadores de contacto en ruedas montadas sobre resortes (no mostrados), mediante los que puede detectarse la elevación así como la posterior reposición. Una posibilidad adicional sería que un sensor inercial, tal como por ejemplo un giroscopio, se encuentre en el módulo 120 sensor. Los sensores inerciales pueden medir aceleraciones de traslación y de rotación. Al utilizar el robot 100, este sensor proporcionará valores mayores que en reposo o durante la navegación normal durante una operación de limpieza. Con estas soluciones a modo de ejemplo es posible detectar un desplazamiento del robot tanto antes como durante una operación de limpieza. Alternativamente, la elevación puede detectarse mediante denominados "sensores de descenso" (también denominados "cliff sensors"). A este respecto se trata esencialmente de una barrera de luz de reflexión (optoacoplador de reflexión), que está dispuesto en el lado inferior del aparato (preferiblemente en el borde, para detectar por ejemplo el canto de

una escalera), reflejándose el rayo de luz en el suelo y devolviéndose a la barrera de luz de reflexión. Al elevar el aparato ya no se produce una reflexión. Tras la reposición, vuelve la reflexión y puede desencadenarse una autolocalización.

5 Sin embargo, el robot 100 también puede detectar, tras el encendido, por medio de otros sensores que se encuentran en el módulo 120 sensor, que no se encuentra en la misma posición que durante el apagado. Para ello tiene que almacenarse la posición durante el apagado. Si los datos proporcionados por los sensores durante el encendido, por ejemplo distancia con respecto a objetos que pueden detectarse por ejemplo por medio de escáneres de distancia por láser, no son consistentes con la posición almacenada en última instancia, entonces esto
10 es una indicación de que se ha desplazado el robot 100.

Es decir, si se detecta un desplazamiento del robot 100, entonces se desencadena automáticamente una autolocalización global. De esta manera, cuando no se ha desplazado el robot 100, no tiene que realizarse automáticamente una autolocalización antes de cada nueva operación de limpieza. Esto es ventajoso en particular
15 cuando el robot 100 ha almacenado muchos mapas y/o muy complejos, y la autolocalización requeriría un tiempo relativamente prolongado. Por lo demás es posible detectar un desplazamiento en todo momento, es decir también durante una operación de limpieza. Para la detección puede usarse uno o varios procedimientos, y/u otros distintos a los expuestos anteriormente.

20 Es igualmente posible que el robot determine mediante los datos proporcionados por los sensores o conmutadores de contacto, con qué probabilidad se encuentra todavía dentro del mismo mapa que antes del desplazamiento. Así, el robot 100 puede realizar, por ejemplo, una medición de tiempo entre la elevación y la posterior reposición. Si con una medición de tiempo de este tipo se obtiene un periodo de tiempo únicamente corto, entonces el robot 100 puede partir de la base con una probabilidad relativamente alta, que sólo se ha desplazado un poco desde su posición
25 original y que se todavía se encuentra dentro del mismo mapa. A diferencia de ello, aumenta la probabilidad de que se encuentre en otro mapa, cuando el periodo de tiempo entre la elevación y la posterior reposición es muy largo.

Las unidades de sensor, que proporcionan la información de entorno necesaria para la elaboración del mapa, también pueden usarse, por ejemplo, para reconocer los obstáculos aún sin registrar en un mapa existente. Los
30 sensores de contacto pueden detectar una colisión, a través de sensores de corriente para la medición de la corriente de carga de la unidad de accionamiento puede reconocerse, por ejemplo, cuándo se queda enganchado el robot (por ejemplo en los flecos de una alfombra). Otras unidades de sensor pueden detectar, por ejemplo, que el robot se ha quedado atascado, porque las ruedas de accionamiento derrapan. Pueden estar previstas unidades de sensor adicionales, que por ejemplo están configuradas para determinar el grado de suciedad del suelo. La
35 información de entorno registrada puede transmitirse junto con una posición del robot en el mapa asociado a la respectiva información al módulo 110 de control y navegación.

La figura 4 muestra un ejemplo adicional de un robot según la invención para el procesamiento autónomo de superficies de suelo. A este respecto, un módulo 150 de comunicación está previsto para establecer una conexión
40 de comunicación con una interfaz 200 hombre-máquina (*human machine interface*, HMI). A este respecto, como interfaz 200 hombre-máquina se considera un ordenador personal (PC), sin embargo también puede tratarse sólo de una pantalla sencilla en la carcasa del robot. El usuario puede introducirse, por ejemplo a través de un PC o a través de una tecla dispuesta en la carcasa del robot, un comando de control. Naturalmente, también se conocen otras variantes de una comunicación hombre-máquina. Esta interfaz 200 hombre-máquina permite representar la
45 información almacenada con las posiciones correspondientes para un usuario, y le ofrece por tanto la posibilidad de intervenir en la operación de procesamiento (o alternativamente una operación de inspección) o realizar modificaciones en el entorno. La interfaz 200 hombre-máquina permite mediante la introducción de comandos de control por parte del usuario, interrumpir, modificar, continuar con o reiniciar la operación de procesamiento (o la operación de inspección).

50 El usuario puede notificar, por ejemplo a través de la interfaz 200 hombre-máquina al robot 100 la zona parcial deseada o una cantidad parcial de los mapas que deben tenerse en cuenta. Si el usuario desplaza el robot, por ejemplo, de la planta baja a la primera planta, entonces puede notificarle esto al robot 100 por ejemplo a través de un aviso de usuario "1ª planta". El usuario puede notificar al robot 100 por ejemplo también a través de un aviso de
55 usuario "nuevo mapa", que el robot 100 se encuentra en una zona, para la que aún no se ha almacenado ningún mapa. Por tanto, el robot 100 sabe en qué mapa tiene que realizar la localización, o si debe elaborar un nuevo mapa. En el caso de haber muchos mapas almacenados, esto puede reducir considerablemente el tiempo que se necesita para la localización. También cuando, tal como por ejemplo en hoteles, las habitaciones en las diferentes plantas son muy similares, una entrada de usuario de este tipo puede reducir claramente los tiempos de localización
60 y aumentar las expectativas de éxito correspondientes.

La función de un robot 100 según la invención para el procesamiento autónomo de superficies de suelo se explica a continuación más detalladamente mediante dos ejemplos de caso.

Primer ejemplo: El robot comienza con una exploración de un piso de dos plantas en la planta baja, elabora a este respecto un mapa de la planta baja y lo almacena, tras la finalización de la exploración, como "mapa 1". Después realiza una operación de limpieza del "mapa 1" y tras la finalización de la operación de limpieza vuelve a su estación base. Después, el usuario cambia el nombre del mapa almacenado "mapa 1" a través de una interfaz hombre-máquina a "planta baja".

Durante su siguiente operación de limpieza de la "planta baja," el robot se levanta y se desplaza a la primera planta del piso. El robot detecta que se ha desplazado (elevación seguido de reposición) y desencadena una autolocalización global. A este respecto, mediante una exploración elabora un nuevo mapa, por el momento temporal, y lo compara repetidas veces con el mapa "planta baja". Dado que esta localización falla, el robot finaliza la exploración de la primera planta y almacena a continuación el nuevo mapa como "mapa 2". Después, el robot realiza una operación de limpieza del "mapa 2". A continuación, el usuario cambia a su vez el nombre del "mapa 2" a través de la interfaz hombre-máquina a "primera planta".

En el caso de un desplazamiento posterior del robot a la planta baja, el robot puede localizarse en la "planta baja" y terminar una operación de limpieza interrumpida en determinadas circunstancias anteriormente, de tal manera que sólo se limpien las zonas aún no limpiadas anteriormente. Por lo demás, tras cada desplazamiento del robot entre las plantas se desencadena una autolocalización global en los mapas "planta baja" y "primera planta". Esto permite al usuario una utilización flexible del robot con mapas permanentes elaborados por el mismo.

Segundo ejemplo: El robot comienza con la exploración de un piso, elabora a este respecto un mapa y almacena el mapa tras la finalización de la exploración como "mapa 1". Después realiza una operación de limpieza del "mapa 1" y vuelve, después de haberla terminado, a su estación base. Después, el usuario le da al mapa elaborado el nombre de "piso" a través de una interfaz hombre-máquina. Durante su siguiente operación de limpieza, el usuario apaga el robot y lo lleva, inclusive su estación base, a otra parte del piso, para conseguir un aspecto mejorado del piso. A continuación el usuario enciende de nuevo el robot. El robot reconoce que se ha encendido y detecta a continuación que sus datos de sensor no concuerdan con su posición en el mapa "piso" almacenada en último lugar.

Este acontecimiento desencadena una autolocalización global del robot en "piso". El robot elabora a su vez un nuevo mapa (temporal) mediante exploración, y lo compara repetidas veces con "piso". En el caso de una localización satisfactoria en "piso", el nuevo mapa y el mapa "piso" se combinan de manera razonable para dar un mapa "piso" actualizado.

En el caso de una localización fallida, por ejemplo cuando el usuario, para mejorar el aspecto del piso, también ha cambiado de lugar tantos objetos grandes que ya no es posible una localización suficientemente segura, el robot termina la nueva exploración y almacena el mapa recién elaborado como "mapa 2". El usuario tiene entonces la posibilidad de borrar el mapa "piso" ya existente y renombrar el "mapa 2" a "piso".

Los ejemplos y las características técnicas del robot móvil descritos en relación con el procesamiento de una superficie de suelo también pueden aplicarse a un robot móvil para la realización de otras tareas. A este respecto, todas las tareas, que puedan llevarse a cabo por robots autónomos autopropulsados son concebibles. Estas tareas pueden comprender, por ejemplo, la inspección de la superficie de suelo o del entorno, el transporte de objetos, la limpieza de aire y/o la ejecución de juegos de entretenimiento. El módulo 140 de procesamiento descrito está configurado de manera correspondiente en los robots, que ejecutan otras tareas o tareas adicionales al procesamiento de suelos. En algunos casos no es necesario un módulo 140 de procesamiento, tal como por ejemplo en el caso de la mera supervisión o inspección de habitaciones, superficies u objetos.

Aunque la invención se ha descrito mediante una configuración a modo de ejemplo, la invención puede modificarse así adicionalmente dentro del concepto básico y el alcance de protección de esta divulgación. Por tanto, la presente solicitud pretende cubrir numerosas variantes, posibilidades de uso o adaptaciones de la invención usando sus principios básicos. Además, la presente solicitud está concebida para cubrir aquellas desviaciones de la presente divulgación que representan la práctica conocida o habitual en el estado de la técnica, en el que se basa la presente invención. La invención no se limita a los detalles indicados anteriormente, sino que pueden modificarse según las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Robot (100) móvil autopropulsado para la ejecución autónoma de tareas; presentando el robot lo siguiente:
- 5 un módulo (130) de accionamiento para el movimiento del robot (100) por encima de la superficie de suelo;
- un módulo (140) de procesamiento para ejecutar las tareas durante una operación de procesamiento;
- 10 al menos un módulo (120) sensor para registrar información en cuanto a la estructura del entorno;
- un módulo (150) detector, que está configurado para detectar un desplazamiento del robot (100) antes de o durante una operación de procesamiento; y
- 15 un módulo (110) de navegación, que está configurado para la navegación del robot (100) durante la operación de procesamiento mediante un mapa del entorno por encima de la superficie de suelo, y para almacenar y gestionar uno o varios mapas del entorno,
- caracterizado porque el módulo de navegación está configurado además para realizar una autolocalización global, cuando el módulo (150) detector ha detectado un desplazamiento del robot (100), detectándose en la autolocalización global, sin o sólo con un conocimiento previo limitado sobre la posición real del robot (100) en relación con el mapa si y dónde se encuentran el robot (100) dentro de los mapas almacenados.
- 20
2. Robot (100) según la reivindicación 1, en el que el módulo (110) de navegación está configurado además para, basándose en los datos registrados por el módulo (120) sensor, generar y almacenar un nuevo mapa, cuando el robot (100) no se localiza dentro de los mapas almacenados.
- 25
3. Robot (100) según la reivindicación 1 ó 2, en el que el módulo (110) de navegación realiza la autolocalización global, formulando mediante los mapas almacenados hipótesis de localización globales en cuanto al emplazamiento del robot, comprobándose durante la formulación de las hipótesis de localización globales, si un emplazamiento actual puede asociarse a una posición en el mapa.
- 30
4. Robot (100) según la reivindicación 3, en el que el módulo (110) de navegación determina la calidad de las hipótesis de localización en los mapas almacenados.
- 35
5. Robot (100) según una de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un módulo (160) de comunicación, que está configurado para establecer una conexión con una interfaz (200) hombre-máquina, para recibir a través de una conexión entradas de usuario.
- 40
6. Robot (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo (150) detector está configurado para detectar un desplazamiento del robot (100), detectando una elevación y una posterior reposición del robot (100).
- 45
7. Robot (100) según la reivindicación 6, comprendiendo el robot (100) además al menos un conmutador de contacto en ruedas montadas sobre resortes y/o una barrera de luz de reflexión dispuesta en el lado inferior del robot, que emite un rayo reflexible en el suelo, mediante el que pueden detectarse una elevación y una posterior reposición del robot (100).
- 50
8. Robot (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo (120) sensor comprende un sensor inercial para registrar los movimientos del robot (100), detectando el módulo (150) detector un desplazamiento del robot (100) mediante los movimientos registrados.
- 55
9. Robot (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se almacena la información registrada por el módulo (120) sensor antes del apagado y se detecta un desplazamiento del robot, cuando la información registrada por el módulo (120) sensor en el caso de un nuevo encendido difiere de la información almacenada.
- 60
10. Robot (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que las tareas ejecutadas de manera autónoma comprenden el procesamiento de superficies de suelo y/o la inspección de un entorno o de objetos que se encuentran en el entorno y/o el transporte de objetos y/o la limpieza de aire.
11. Procedimiento para la realización automática de tareas con ayuda de un robot (100) autónomo autopropulsado; comprendiendo el procedimiento lo siguiente:
- almacenar y gestionar al menos un mapa del entorno;

- iniciar la operación de procesamiento y ejecutar las tareas con ayuda de un módulo (140) de procesamiento dispuesto en el robot (100);
- 5 hacer navegar el robot por encima de la superficie de suelo durante la operación de procesamiento mediante un mapa del entorno;
- registrar información en cuanto a la estructura del entorno durante la operación de procesamiento mediante al menos un módulo (120) sensor dispuesto en o dentro del robot (100); caracterizado por
- 10 realizar una autocalización global, cuando un módulo (150) detector dispuesto en o dentro del robot (100) detecta que se ha desplazado el robot (100), detectándose en la autocalización global, sin o sólo con un conocimiento previo limitado sobre la posición real del robot (100) en relación con el mapa, si y dónde se encuentra el robot (100) dentro de los mapas almacenados.
- 15 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que, basándose en los datos registrados por el módulo (120) sensor, se genera y se almacena un nuevo mapa, cuando el robot (100) no se localiza dentro de los mapas almacenados.
- 20 13. Procedimiento según la reivindicación 11 ó 12, en el que mediante el módulo (150) detector se detecta una elevación y una posterior reposición del robot (100).
- 25 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 13, en el que el módulo (120) sensor comprende un sensor inercial para registrar los movimientos del robot (100), detectando el módulo (150) detector un desplazamiento del robot (100) mediante los movimientos registrados.
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 14, que comprende además:
- almacenar la información registrada por el módulo (120) sensor antes del apagado y
- 30 detectar un desplazamiento del robot mediante el módulo (150) detector, cuando la información registrada por el módulo (120) sensor en el caso de un nuevo encendido difiere de la información almacenada.

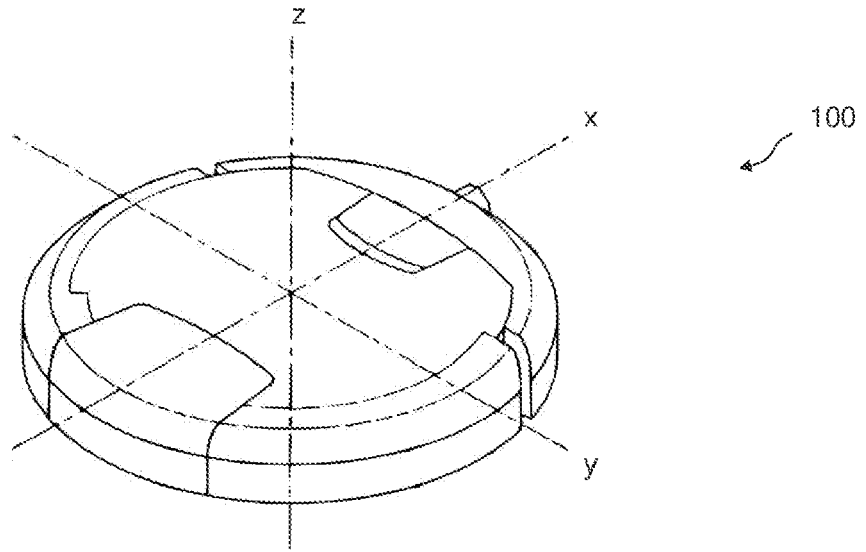


Fig. 1

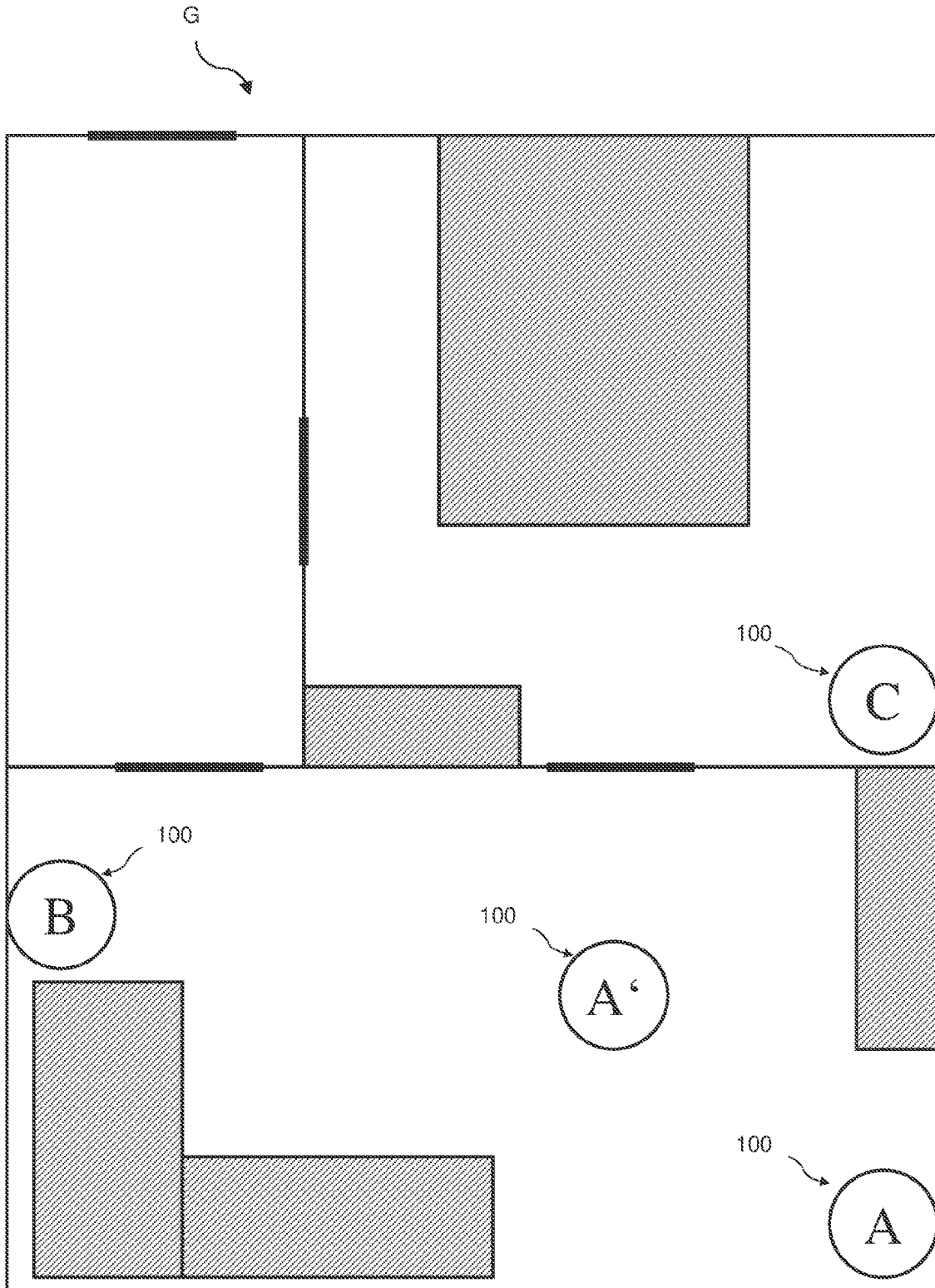


Fig. 2

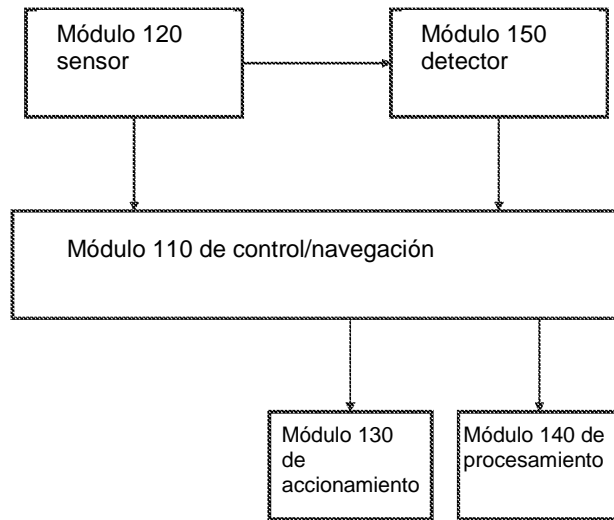
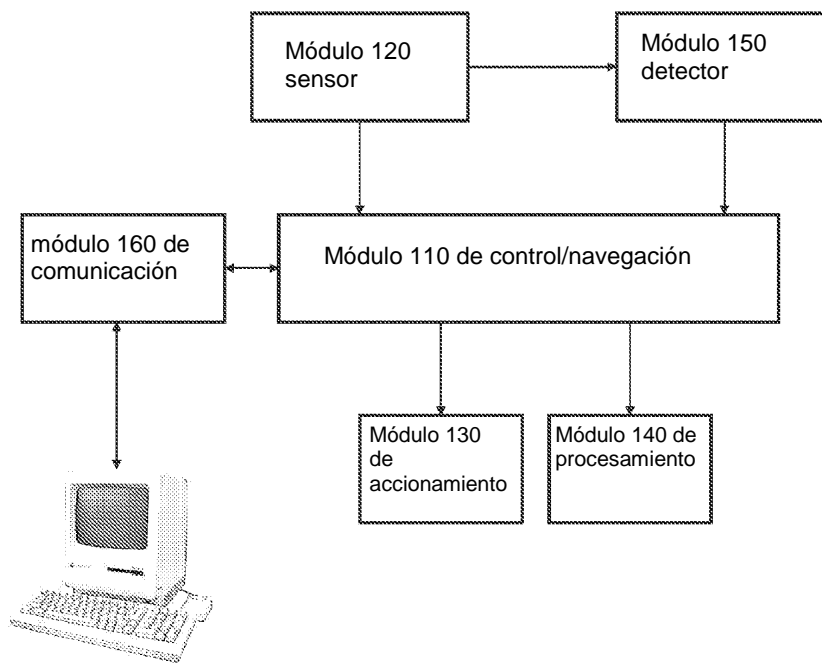


Fig. 3



Interfaz 200 hombre-máquina (HMI)

Fig. 4