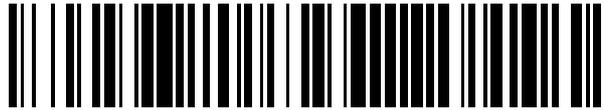


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 517**

51 Int. Cl.:

G01S 5/16 (2006.01)

G01S 5/02 (2010.01)

G05D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2012 E 12150695 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2015 EP 2479584**

54 Título: **Procedimiento para la determinación de la posición de un aparato desplazable automáticamente**

30 Prioridad:

21.01.2011 DE 102011000250

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

26.05.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SAUERWALD, ANDRES y
WALLMEYER, MARIO**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 536 517 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 determinación de la posición de un aparato desplazable automáticamente

La invención se refiere a un procedimiento para la determinación de la posición de un aparato desplazable automáticamente, en particular aparato acumulador de polvo del suelo desplazable automáticamente, con ruedas de desplazamiento accionadas con preferencia con motor eléctrico, en el que el aparato está provisto con una unidad de reconocimiento de obstáculos, que está constituida por unidades ópticas de emisión y de recepción, en el que, además, se calculan una pluralidad de posiciones y de alineaciones posibles (partículas) a partir de una primera supuesta posición del aparato, previamente calculada, una posición y/o una alineación posibles del aparato se designan en este caso también como partículas, y después de un desplazamiento correspondiente del aparato con respecto a la segunda posición supuesta entonces con la ayuda de los resultados de la medición de las unidades ópticas se supone una de las partículas generadas previamente de acuerdo con un algoritmo de selección predeterminado, que tiene en cuenta la probabilidad, como nuevo lugar de emplazamiento del aparato.

Se conocen procedimientos del tipo en cuestión, por ejemplo en relación con aspiradores y/o aparatos de limpieza desplazables automáticamente para la limpieza de pavimentos, además en otra configuración, por ejemplo, en relación con un aparato de transporte o cortacésped desplazable automáticamente. Tales aparatos están provistos con preferencia con sensores de distancia, para contrarrestar de esta manera, por ejemplo, una colisión con objetos o similares que se encuentran en el camino. Estos sensores trabajan con preferencia sin contacto, de manera más preferida como sensores de luz o sensores de ultrasonido. A tal fin, se conoce, además, proveer el aparato con medios para la medición de la distancia circundante, por ejemplo, además, en forma de un sistema de triangulación óptica, que está dispuesto sobre una plataforma o similar que gira alrededor de un eje vertical. Por medio de un sistema de este tipo se pueden conseguir mediciones de la distancia como consecuencia de reflexiones, cuyas mediciones de la distancia se utilizan para la orientación en el espacio, más particularmente en el transcurso del trabajo autónomo para el reconocimiento de obstáculos así como de una manera más preferida para el trazado de un mapa de la localidad a recorrer y, por lo tanto, de manera correspondiente para la creación de una cartografía. A este respecto se remite, por ejemplo, al documento DE 10 2008 014 912 A1. Las limitaciones espaciales registradas como consecuencia de la medición de la distancia, dado el caso teniendo en cuenta eventuales obstáculos en los espacios, depositan con preferencia en forma de una cartografía del entorno, en particular de la vivienda que está constituida por varias habitaciones, de manera más preferida en una memoria no volátil del aparato, de manera que en el transcurso de un proceso de limpieza o de transporte se puede acceder a esta cartografía para la orientación. Además, a este respecto se conoce calcular con la ayuda de una cartografía depositada de esta manera como consecuencia de algoritmos también depositados una estrategia de desplazamiento favorable del aparato, esto, además, con el reconocimiento de un objeto que se encuentra con preferencia en el camino de desplazamiento del aparato y detectado a través del sensor. A tal fin es necesaria en cada caso una determinación lo más exacta posible del valor de la distancia con respecto al objeto, como por ejemplo un mueble o una delimitación de una pared.

Además, se conocen procedimientos para la localización simultánea y la formación de mapas, en particular bajo el concepto SLAM. A este respecto, se remite al Artículo científico "Simultaneous Localisation and Mapping (SLAM)" Hugh Durrant-Whyte, Fellow, IEEE y TIM Bailey, Parte I, publicado en la revista "Robotics & Automation Magazine, IEEE", Junio 2006. SLAM aborda en este caso el problema de un robot móvil, que se mueve a través de un entorno, el que no existe ningún mapa. El robot forma observaciones relativas desde su movimiento-Ego y de las propiedades en su entorno. El objetivo de SLAM es establecer un mapa del entorno y el recorrido, que puede ser creado y utilizado por el robot o bien por el aparato desplazable automáticamente. Para la localización de la posición real se investigan en este caso una pluralidad de posiciones posibles del aparato y orientaciones. Una posición posible del aparato y/o alineación se designa en el SLAM como partícula, representando cada una de estas partículas una posición posible del aparato y/o alineación. Una posición probable se designa en este caso como una partícula con una alta ponderación. Una partícula probable recibe a este respecto una ponderación baja y apenas contribuye, incluso nada a la localización. Si se mueve el aparato, se "dispersan" a continuación las partículas alrededor de la posición y alineación probables. "Dispersar" significa en este caso que las partículas generan a partir de la última generación a continuación otras partículas, que representan entonces la nueva posición del aparato. A continuación de la dispersión de las partículas se igualan estas partículas con el resultado de la medición de las unidades ópticas y se ponderan de manera correspondiente. La dispersión de las partículas se limita en este caso normalmente a un número fijo, por ejemplo mil. Las partículas son dispersadas entonces alrededor de la posición actual más probable de acuerdo con una distribución de Gauß.

Sobre el estado de la técnica se remite también al documento EP 1 923 763 A1 y a la publicación de Davidson P y col.: "Application of Particle Filters for Vehicle Positioning using Road Maps", GNSS 2010 – Proceedings of the 23rd International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, 8551 Rixlew Lane Suite 360 Manassas, VA 20109, USA, 24 de Septiembre de 2010, páginas 1653-1661; CP056000282.

Con respecto al estado conocido de la técnica se ve un problema técnico de la invención en mejorar adicionalmente

un procedimiento del tipo en cuestión.

La problemática se soluciona en el objeto de la reivindicación 1 por que se ha planteado que se establece la máxima dilatación de una nube de partículas calculada con un primer eje de un sistema de coordenadas y por que a partir de aquí se registra la desviación de las partículas en la dirección del otro segundo eje de coordenadas, por que, además, se proyectan las partículas totalmente en el primer eje de coordenadas y se establece una distribución de las partículas registrada de esta manera con una curva de frecuencia, siendo evaluado un máximo de la curva de frecuencia como aproximación de la posición real del aparato. Como consecuencia de la solución propuesta se mejora la localización de la posición supuesta del aparato, especialmente utilizando el procedimiento SLAM.

Se conoce a partir del estado de la técnica calcular la distribución de Gauß para cada proceso de dispersión. De manera correspondiente se eleva el gato de cálculo (cálculos de Gauß) cuantas más partículas se dispersen. En particular, aparece en este caso una pluralidad de cálculos de Gauß, que son muy intensivos de cálculo a través de las funciones exponenciales que contienen. Esto puede conducir a que deban emplearse microprocesadores muy potentes. El promedio de todas las partículas dispersas para la extracción de la posición de localización a partir de las partículas se ha revelado como no suficientemente exacto, puesto que, por ejemplo, en el caso de un espacio de búsqueda muy grane y con una varianza grande, el valor medio resultante de todas las partículas dispersas puede dar como resultado un lugar, que es muy inexacto.

Si están presentes, además, obstáculos en el espacio, puede suceder que el valor medio resultante se encuentre en la zona de un obstáculo, puesto que las partículas pueden estar dispersas alrededor de este obstáculo. También la localización utilizando la selección de las partículas con la máxima ponderación es inexacta, puesto que en este caso la exactitud calculada se puede tener en cuenta por que varias partículas están dispersas con probabilidad similar alta sobre una zona de, por ejemplo, algunos centímetros y en este caso solamente se selecciona una partícula, que presenta la máxima probabilidad.

Una información importante para la evaluación de la exactitud de localización actual ofrece la consideración de la dispersión actual de las partículas. Si se calcula la varianza de todas las partículas, entonces como consecuencia del procedimiento propuesto se deduce a partir de ello la exactitud de la localización actual o bien la seguridad en la posición a determinar del aparato. La evaluación de la varianza se utiliza para obtener otras informaciones valiosas sobre la exactitud de la posición. Por lo tanto, con el procedimiento propuesto se analiza la varianza de todas las partículas dispersas, para mejorar de esta manera la localización SLAM. Si la varianza es muy reducida, de manera correspondiente todas las partículas están casi en un lugar, de manera que se reproduce la exactitud de la posición ya relativamente bien con cada una de las partículas. Si, por el contrario, la varianza y de manera correspondiente la dispersión máxima de la nube de partículas calculada son muy grandes, entonces la exactitud de posicionamiento actual es más bien inexacta en comparación con el caso descrito anteriormente y, por lo tanto, es desconocida. Especialmente aquí se aplica el procedimiento propuesto para análisis.

Se lleva a cabo con preferencia una evaluación de la dilatación máxima de la nube de partículas en diferentes direcciones, con preferencia en dos direcciones dirigidas perpendicularmente entre sí, esto además con preferencia como consecuencia del trazado de la nube de partículas con un sistema de coordenadas. Si en este caso la varianza de las partículas en una dirección (por ejemplo, en la dirección de un eje de coordenadas) es más bien pequeña (dilatación de la nube de partículas comparativamente reducida), entonces de acuerdo con el procedimiento a partir de ello se deduce que existe una localización relativamente buena con respecto a esta alineación de los ejes de coordenadas. Una dilatación grande en la dirección de un eje de coordenadas, en cambio, proporciona la información de que en esta dirección durante la determinación de la posición está presente una inexactitud más elevada.

Al menos en el caso de que se exceda un valor umbral predeterminado de la varianza, se lleva a cabo de acuerdo con el procedimiento otro análisis. De manera más preferida, este análisis se realiza en cada nueva determinación de la posición para ambos ejes de coordenadas. En este caso, las partículas dispuestas a lo largo de un eje de coordenadas son proyectadas totalmente en el otro eje de coordenadas que se extiende perpendicularmente al mismo, en particular valores relacionados con la ponderación de las partículas. De acuerdo con ello resulta una distribución unidireccional de las partículas, que se utiliza, además, para la mejora de la exactitud de la posición, como consecuencia del diseño de la distribución de las partículas representada unidireccionalmente con una curva de la frecuencia, en particular la curva de Gauß. El máximo calculado de esta manera, en particular un máximo ("pico") repentino calculado se evalúa con preferencia de acuerdo con la característica de probabilidad de la distribución de las partículas como aproximación muy buena para la posición real el aparato.

En la evaluación entra al mismo tiempo con preferencia cada valor de probabilidad calculado de cada partícula, de manera que las partículas con una ponderación más elevada frente a las partículas con una ponderación más reducida se precipitan de manera correspondiente en la representación de la distribución unidimensional de las partículas. La posición-pico calculada (máximo o bien máximo repentino de la curva de frecuencia) se puede distinguir en este caso significativamente de una posición de valor medio. También en el caso de una dispersión relativamente grande de las partículas se posibilita, como consecuencia del procedimiento propuesto, una

determinación de la posición del aparato en una zona entre las partículas. De manera correspondiente, a través del procedimiento propuesto se posibilita dispersar, en general, menos partículas frente al estado conocido de la técnica, lo que acelera de manera ventajosa el algoritmo y hace posible el empleo de una electrónica menos potente y, por lo tanto, menos costosa frente al estado de la técnica.

5 El sensor perimetral previsto y conocido anteriormente a partir del estado de la técnica para el reconocimiento de obstáculos emite un rayo de medición. Éste calcula la distancia con respecto al lugar de incidencia del rayo de medición sobre el obstáculo más próximo, por ejemplo una pared o una pieza de mueble. Como método de medición se emplea en este caso con preferencia un procedimiento del tiempo de propagación de la luz (ToF, time of flight). A este respecto también es posible un procedimiento de correlación de fases. Además, se contempla con preferencia un procedimiento de triangulación. El rayo de medición puede estar configurado como línea (un ángulo de divergencia del rayo muy pequeño, inferior a 50 mrad, conduce con preferencia típicamente a un diámetro del rayo en el intervalo de 1 a 22 m) o como rayo dilatado. En este caso se emplea con preferencia un rayo con una divergencia de 2 a 4 mrad, que alcanza a una distancia de 3 m un diámetro de 20 a 30 mm. La zona de recepción del sensor está configurada de la misma manera con preferencia como maza de recepción divergente, siendo su divergencia para la compensación de tolerancias mayor (por ejemplo, en un factor de 2) que la del rayo de emisión.

El sensor que trabaja libre de contacto para la medición de una distancia con respecto a un objeto está equipado con al menos una fuente de luz óptica, que genera el rayo de medición. La fuente de luz emite luz en la zona de longitud de onda visible o invisible, por ejemplo roja en la zona de 650 nm o verde en la zona de 532 nm. Con preferencia se emite luz en la zona infrarroja con una longitud de onda de más de 700 nm, de manera más preferida fuentes de rayos (iodos láser o LEDs) con longitudes de onda, por ejemplo, de 785 nm, 850 nm o 980 nm. En la fuente de luz se puede tratar de una lámpara o LED, con preferencia se prevén, sin embargo, diodos láser.

Además, el sensor está equipado con preferencia con al menos un elemento de recepción óptico, que es sensible al menos en la zona de longitudes de onda seleccionada del elemento de emisión, de manera más preferida realizado, por ejemplo, como al menos un fotodiodo, foto resistencia, CCD-Chip o CMOS-Chip. El receptor óptico puede estar configurado como elemento de recepción individual para la detección de una señal luminosa entrante individual o como matriz de varias células o bien como línea de varias células para la detección simultánea o secuencial de varias señales luminosas entrantes. A este respecto se conocen también sensores dilatados, por ejemplo elementos-PSD de forma lineal o bien superficial.

A la fuente luminosa y también al elemento foto sensible pueden estar asociados opcionalmente elementos ópticos (con preferencia, para la formación de un rayo de emisión / cono de emisión o bien rayo de recepción / cono de recepción), sin que éstos se indique explícitamente a continuación. Los elementos ópticos pueden ser lentes (lentes colectora, lentes de dispersión, realizadas también como lentes de Fresnell, aesféricas o esféricas), pantallas (de forma circular, en forma de ranura, de forma discrecional, realizadas como piezas propias o integradas en la carcasa del sensor), prismas, espejos (plano, cóncavo, convexo, de forma libre), conductores de luz o también elementos de forma libre. Por elementos ópticos se entienden también discos de protección o discos de cubierta en la trayectoria óptica de los rayos, que sirven para la protección mecánica de la instalación óptica. Con preferencia, asociados a la fuente de luz y/o al elemento foto sensible están previstos filtros ópticos, que son lo más transparentes posible para la longitud de onda óptica prevista, pero, en cambio, para otra son lo menos transparentes posible. Los filtros ópticos pueden estar previstos como elementos separados o pueden estar integrados en otros elementos ópticos (por ejemplo, coloración o recubrimiento de lentes, ventanas de protección, etc.). Además, son posibles coloraciones, recubrimientos, metalizaciones, etc. Si se utilizan espejos, entonces se prefieren espejos superficiales, puesto que éstos presentan pérdidas ópticas más reducidas. En este caso, se ofrece, además, realizar el espejo como pieza fundida por inyección de plástico y prever la superficie del espejo propiamente dicha como recubrimiento superficial con una capa reflectante. Aquí se ofrece la utilización de capas metálicas, por ejemplo plata, oro o cobre, de manera más preferida aluminio. En el caso de utilización de aluminio está prevista de manera más preferida como otro recubrimiento (pasivación) una capa de protección anticorrosiva.

En una configuración preferida, dentro de una zona propuesta se definen zonas de probabilidades de estancia más elevadas y de probabilidades de estancia más reducidas, siendo calculadas con preferencia en una zona de probabilidades de estancia más elevadas más partículas que en las zonas de probabilidades de estancia más reducidas. De manera correspondiente resulta con preferencia en el lugar de la posición más probable del aparato una densidad de partículas más elevada que de manera más preferida en zonas marginales. En particular en estas zonas marginales de la distribución están previstas de manera más preferida también partículas (probabilidades de estancia reducidas) para poder tener en cuenta de esta manera desviaciones mayores del aparato durante la marcha (por ejemplo a través de arrastre de las ruedas de accionamiento) en la localización. El procedimiento propuesto se emplea con preferencia cuando después de la realización de una distribución de las partículas (con preferencia en función del recorrido, la dirección de la marcha y el trayecto) la nube de partículas o bien cada partícula colocada individualmente han sido comparadas con los valores reales de la distancia calculados en la nueva posición del aparato por medio del sensor. La imagen del entorno generada a través de la medición de la distancia o bien los valores de la distancia calculados son proyectados por decirlo así poco a poco sobre cada una de las partículas individuales, cuyas partículas son ponderadas con la ayuda del número de coincidencias de datos

de la distancia.

5 Con la ayuda de la varianza calculada en primer lugar (dilatación de la nube de partículas a lo largo de los ejes de coordenadas) se predetermina en otra configuración preferida con respecto a la desviación desde un eje de coordenadas un límite, más allá el cual no se incluyen ya partículas en la evaluación. De manera correspondiente, con la ayuda de la varianza se establece con preferencia un umbral, de acuerdo con el cual de manera más preferida solamente se investigan en adelante partículas se encuentran dentro de la varianza, dado el caso teniendo en cuenta un factor constante. Con la ayuda de las partículas restantes se utiliza la distribución de las partículas analizada para formar un valor de frecuencia ponderado de las partículas restantes, de manera que las partículas próximas a un máximo repentino ("pico") en la curva de frecuencia entran con mayor fuerza en el análisis que las partículas, en cuya proximidad no se encuentra ningún máximo repentino en la representación unidimensional de la distribución de las partículas.

10 En otra configuración preferida, las partículas con evaluadas con preferencia adicionalmente con respecto al ángulo de alineación. Para el ángulo de alineación del aparato se realiza con preferencia una consideración análoga. De manera alternativa, el ángulo de alineación de cada partícula puede entrar también como valor adicional en una distribución unidimensional común de las partículas.

15 Además, se ha revelado que es ventajoso que las partículas sean evaluadas antes de la realización de la determinación de la desviación con respecto al movimiento predeterminado del aparato, de tal manera que las partículas que corresponden al movimiento predeterminado reciben una valoración más alta, por ejemplo son multiplicadas por cálculo en el número. De manera correspondiente, con preferencia de forma complementaria del procedimiento descrito anteriormente, se puede mejorar la localización a través de la evaluación supuesta del aparato, introduciendo esta información en la ponderación de cada partícula individual y de manera correspondiente para la representación de la curva de frecuencia. Si, por ejemplo, el aparato solamente debe girar en el lugar (por ejemplo, maniobra de inversión), entonces se ha revelado que es conveniente que las partículas en el lugar de la última posición determinada el aparato antes de la rotación entren con más fuerza en el valor ponderado. En este caso, puede ser suficiente, además, investigar al menos casi exclusivamente la varianza del ángulo. Si se desplaza el aparato, por ejemplo, principalmente en línea recta, se reduce la modificación del ángulo, de acuerdo con lo cual se investiga la varianza de manera correspondiente más intensificada a lo largo de los ejes de coordenadas.

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda del dibujo adjunto, que representa solamente un ejemplo de realización En este caso:

30 La figura 1 muestra un aparato desplazable automáticamente en forma de un aparato colector de polvo del suelo en representación en perspectiva.

La figura 2 muestra en representación esquemática una nube de partículas calculada con partículas dispuestas distribuidas a lo largo de un primero y de un segundo eje de coordenadas.

35 La figura 3 muestra en representación esquemática la disposición proyectada de las partículas de un eje de coordenadas en el segundo eje de coordenadas.

La figura 4 muestra la distribución unidimensional de las partículas durante el trazado de una curva de frecuencia para la determinación de un máximo.

La figura 5 muestra en otra representación esquemática la distribución de las partículas, durante la fijación de un umbral seleccionado en función de la varianza de las partículas.

40 Se representa y se describe en primer lugar con referencia a la figura 1 un aparato 1 en forma de un aspirador y/o una escoba, además en forma de un robot aspirador doméstico desplazable automáticamente. Éste posee un chasis, que lleva en el lado inferior, dirigidas hacia el suelo 2 a limpiar, unas ruedas de desplazamiento 3 accionadas con motor eléctrico así como con preferencia un cepillo accionado de la misma manera con motor eléctrico, que se proyecta sobre el canto inferior del fondo del chasis. El chasis está cubierto por una campana de aparato 4, de manera que el aparato presenta una vista en planta de forma circular. Con respecto a la configuración del aparato 1 como aspirador y/o escoba se remite, por ejemplo, al documento DE 102 42 257 A1 indicado al principio.

45 Además, aunque no se representa, el aparato 1 puede presentar adicionalmente o también de manera alternativa al cepillo un orificio de boquilla de aspiración. En este caso, en el aparato 1 está dispuesto, además, un motor soplante de aspiración, que está accionado eléctricamente.

50 El suministro eléctrico de los componentes eléctricos individuales del aparato 1 para el motor eléctrico de las ruedas de desplazamiento 3, para el accionamiento eléctrico del cepillo, dado el caso para el soplante de aspiración y, además, para la electrónica prevista adicionalmente en el aparato 1 para el control del mismo se realiza a través de un acumulador recargable no representado.

El aparato 1 está provisto, además, con una unidad de reconocimiento de la distancia y de los obstáculos A en forma de un primer sensor 5 que trabaja sin contacto, que presenta un dispositivo emisor de rayos de luz y un dispositivo receptor de rayos de luz. Este sensor 5 está dispuesto en el lado superior de la campana 4 del aparato 1 y es giratorio alrededor de un eje vertical d, que representa al mismo tiempo el eje vertical central del aparato 1. El sensor 5 está constituido con preferencia de un sistema de triangulación, por medio del cual se puede realizar una medición de la distancia perimetral (sobre 360° alrededor del eje d, flecha r en la figura 1).

Con la ayuda del sensor 5 se consigue en primer lugar un reconocimiento de obstáculos, esto como consecuencia de la exploración rotatoria en un plano de exploración con preferencia horizontal, es decir, en un plano que se extiende paralelo al fondo 2, de manera que el aparato 1 se puede mover sin colisionar sobre el suelo 2 o bien en su entorno. Además, como es más preferido, a través del sensor 5 se posibilita una medición de la distancia perimetral del entorno, de manera que los valores de la distancia calculados en este caso con respecto a obstáculos y paredes en el entorno se utilizan con preferencia para la creación de una cartografía de toda la zona, cuya cartografía se registra y se deposita en el aparato 1.

Para la localización automática, que corresponde a la determinación simultánea y a la formación de mapas se emplea un procedimiento SLAM. En este caso, en el SLAM se calcula una pluralidad de posiciones y de alineaciones posibles en forma de partículas 6 a partir de una primera posición supuesta del aparato 1 previamente calculada y después de un movimiento de desplazamiento correspondiente del aparato con respecto a la segunda posición adoptada entonces se predetermina con la ayuda de los resultados de medición de la unidad de reconocimiento de obstáculos A una de las partículas 6 previamente generadas de acuerdo con un algoritmo de selección predeterminado, que tiene en cuenta la probabilidad, como nuevo lugar de emplazamiento del aparato 1. En este caso se evalúa con preferencia cada partícula 6 con respecto a los valores de la distancia real calculados por medio de la unidad de reconocimiento de obstáculos A así como de forma más preferida con respecto a la dirección del movimiento y/o a la amplitud del desplazamiento y/o a la velocidad de desplazamiento predeterminadas del aparato. Las partículas 6, que corresponden, por ejemplo, a la dirección de desplazamiento predeterminada del aparato, reciben en este caso una valoración más elevada que las partículas 6, que no se encuentran en la vía de desplazamiento predeterminada. La valoración más elevada de las partículas 6 se puede conseguir, por ejemplo, por que las partículas 6 colocadas se multiplican por cálculo.

La nube de partículas 7 que resulta en general es analizada a continuación en primer lugar con respecto a su dilatación, como consecuencia del trazado de un sistema de coordenadas K con un primer eje de coordenadas-x y un segundo eje de coordenadas-y alineado perpendicularmente al mismo.

Si la varianza δ_x es relativamente pequeña, como se representa a modo de ejemplo en la figura 2, con preferencia inferior a un valor umbral predeterminado, entonces de ello se deduce que existe una localización relativamente buena con respecto a la posición-x. Aquí puede ser suficiente, además, por ejemplo, solamente una formación del valor medio por cálculo para la determinación de la posición aproximadamente exacta del aparato.

En cambio, si existe una varianza grande, como por ejemplo en la figura 2 la dilatación de la nube de partículas 7 en dirección-y, entonces esto permite deducir que en esta dirección con respecto a la determinación de la posición existe una inexactitud elevada (ver la varianza δ_y en la figura 2).

Para la determinación de la posición más probable, con preferencia exacta del aparato se proyectan en el caso de tal varianza mayor las partículas 6 en una alineación (en el ejemplo de realización las partículas 6 en alineación-y) totalmente en el otro eje de coordenadas (en el ejemplo de realización en el primer eje de coordenadas-x), de manera más preferida de acuerdo con la representación en la figura 3 se proyecta casi en un plano-y común E, para la otra representación en una distribución unidimensional de las partículas.

La distribución unidimensional de las partículas registrada de esta manera, dado el caso teniendo en cuenta ponderaciones de la valoración que resultan por sí, por ejemplo a partir del recorrido, se deposita de acuerdo con la representación en la figura 4 con una curva de frecuencia H en forma de una curva de distribución de Gauß, siendo evaluado un máximo repentino P (pico) como aproximación de la posición real del aparato 1. Como se muestra, la posición calculada de esta manera el aparato 1 con respecto a la distribución unidimensional de las partículas puede estar también entre dos partículas 6 o bien partículas proyectadas unidimensionalmente en un plano E. De esta manera se consigue una determinación mejorada de la posición del aparato 1, en particular frente a una formación del valor medio sólo por cálculo. Como se representa en el ejemplo de realización en la figura 4, la posición máxima P se puede distinguir de una manera significativa de una posición del valor medio M determinada por cálculo.

La altura b de las partículas proyectadas en un plano E, registradas en la figura 4, simboliza la probabilidad de la posición del aparato.

Con preferencia, para la alineación angular del aparato 1 (ver la flecha c en la figura 2) se realiza un análisis análogo, utilizando de manera correspondiente un procedimiento igual.

Para reducir al mínimo adicionalmente el gasto de cálculo para la determinación de la posición actual del aparato 1,

5 está previsto en un desarrollo del procedimiento, establecer con la ayuda de la varianza (δ_x y/o δ_y) un umbral, dentro de cuyo umbral solamente se investigan partículas 6 en delante de acuerdo con el procedimiento descrito. Resulta de manera correspondiente dentro de la nube de partículas 7 una zona inferior 7' de la nube de partículas, más allá de cuya zona inferior no se incorporan ya partículas 6 en la evaluación, para conseguir de esta manera con preferencia con la ayuda de un máximo P repentino que se puede ajustar entonces, dado el caso, más fino, una determinación de la posición todavía mejorada del aparato 1.

Lista de signos de referencia

- 1 Aparato
- 2 Suelo
- 10 3 Rueda de desplazamiento
- 4 Campana del aparato
- 5 Sensor
- 6 Partícula
- 7 Nube de partículas
- 15 7' Zona inferior de la nube de partículas

- b Nivel de probabilidad
- c Eje de giro
- r Flecha
- 20 x Primer eje de coordenadas
- y Segundo eje de coordenadas

- A Unidad de reconocimiento de obstáculos
- E Plano
- 25 H Curva de frecuencia
- K Sistema de coordenadas
- M Valor medio
- P Máximo

- 30 δ_x Varianza eje-x
- δ_y Varianza eje-y

- 35

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la determinación de la posición de un aparato (1) desplazable automáticamente, en particular aparato acumulador de polvo del suelo desplazable automáticamente, con ruedas de desplazamiento (3) accionadas con preferencia con motor eléctrico, en el que el aparato (1) está provisto con una unidad de reconocimiento de obstáculos (A), que está constituida por unidades ópticas de emisión y de recepción, en el que, además, se calculan una pluralidad de posiciones y de alineaciones posibles a partir de una primera supuesta posición del aparato (1), previamente calculada, una posición y/o una alineación posibles del aparato se designan en este caso también como partículas, y después de un desplazamiento correspondiente del aparato (1) con respecto a la segunda posición
10 supuesta entonces con la ayuda de los resultados de la medición de las unidades ópticas se supone una de las partículas (6) generadas previamente de acuerdo con un algoritmo de selección predeterminado, que tiene en cuenta la probabilidad, como nuevo lugar de emplazamiento del aparato (1), caracterizado por que las partículas (6) son evaluadas de tal manera que se establece la máxima dilatación de una nube de partículas (7) calculada con un primer eje (x, y) de un sistema de coordenadas (K) y por que a partir de aquí se registra la desviación de las
15 partículas (6) en la dirección del otro segundo eje de coordenadas (y, x), por que, además, se proyectan las partículas (6) totalmente en el primer eje de coordenadas (x, y) y se establece una distribución de las partículas registrada de esta manera con una curva de frecuencia (H), siendo evaluado un máximo (P) de la curva de frecuencia (H) como aproximación de la posición real del aparato (1).
- 20 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que con respecto a la desviación desde el primer eje de coordenadas (x, y) se predetermina un límite, más allá del cual no se incorporan ya partículas (6) en la evaluación.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las partículas (6) son evaluadas con respecto al ángulo de alineación.
- 25 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las partículas (6) son evaluadas antes de la realización de la determinación de la desviación con respecto a la evaluación predeterminada del aparato (1), de tal manera que las partículas (6) que corresponden a la evaluación predeterminada reciben un movimiento más elevado, por ejemplo se multiplican por cálculo en el número.

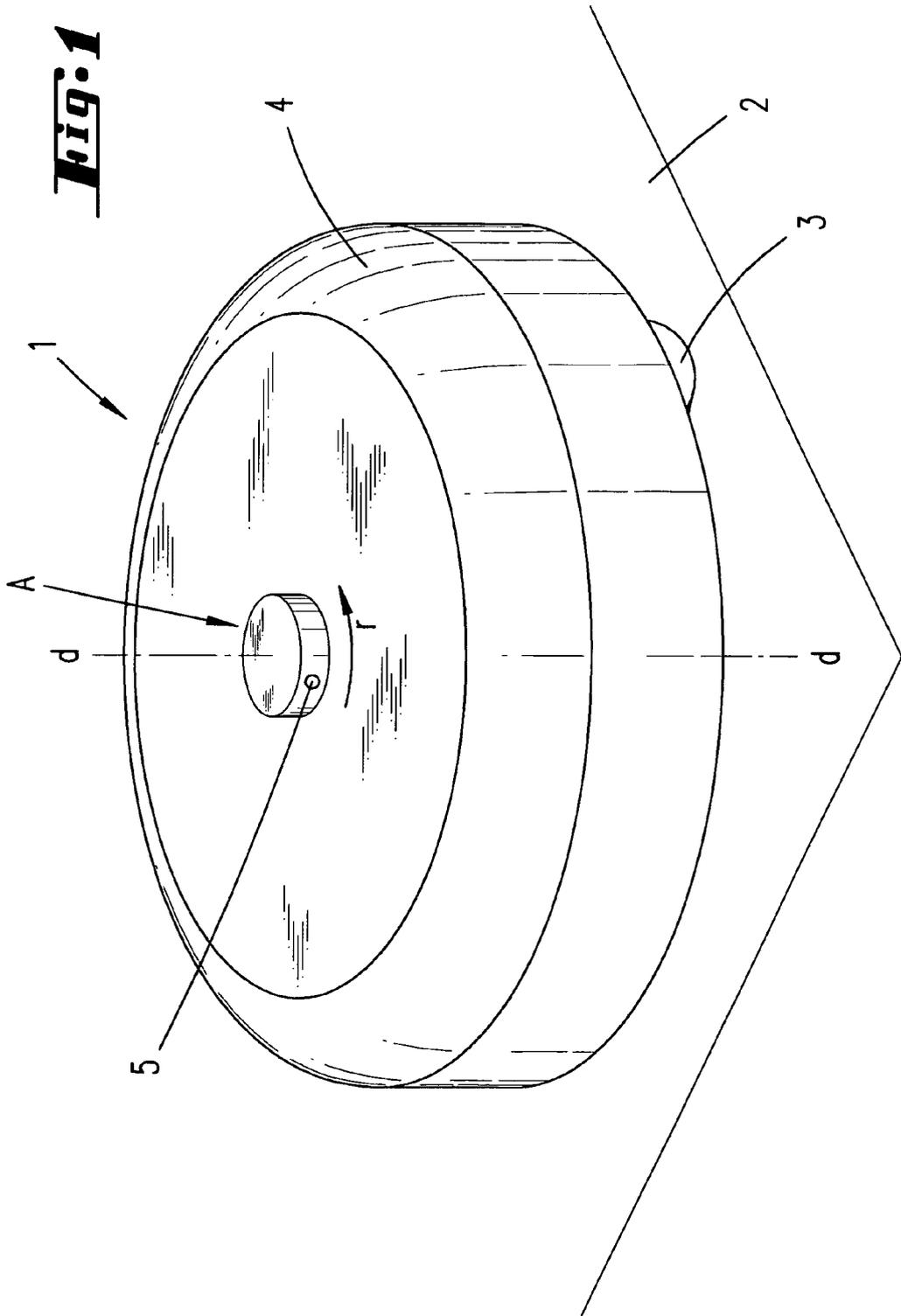


Fig. 5

