

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 498 193**

51 Int. Cl.:

B25J 9/16

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2011 E 11000439 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.06.2014 EP 2353800**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la supervisión de un espacio de un manipulador**

30 Prioridad:

05.02.2010 DE 102010007027
05.02.2010 DE 102010007025

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.09.2014

73 Titular/es:

KUKA LABORATORIES GMBH (100.0%)
Zugspitzstrasse 140
86165 Augsburg, DE

72 Inventor/es:

KURTH, JOHANNES DR.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 498 193 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 y dispositivo para la supervisión de un espacio de un manipulador

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la supervisión sobre objetos dentro de un espacio de manipulador de un manipulador móvil.

5 Para evitar daños de objetos no previstos en la planificación de la trayectoria y en particular lesiones de personas a través de manipuladores como especialmente robots de la industria, es habitual hasta ahora bloquear físicamente el espacio de trabajo del manipulador, por ejemplo a través de bridas de protección fijas estacionarias, barreras ópticas o similares, que impiden el acceso a una célula de automatización.

10 Sin embargo tal solución es costosa y poco flexible y, por lo tanto, desfavorable para manipuladores móviles, que deben operar precisamente en diferentes posiciones en el entorno con espacios de trabajo correspondientemente variables.

15 Por lo tanto, se conoce a partir del documento DE 10 2007 007 576 B4 comparar imágenes tridimensionales de un espacio de trabajo en un estado teórico no perturbado y en un estado real actual que debe supervisarse. Si se diferencian las imágenes entre sí, se puede deducir un objeto no admisible, que provoca una diferencia entre ambas imágenes.

20 El espacio de trabajo es en este caso fijo estacionario, es decir, que está definido con relación al entorno, en el que se mueve el robot móvil para cumplir condiciones marginales del medio ambiente, por ejemplo solapamiento con contornos del medio ambiente, distribuir espacios de protección admisibles con accesos reales, marcas del suelo o similares o tener en cuenta robots cooperantes. De manera correspondiente, en el documento DE 10 2007 007 576 B4 está prevista una instalación fija estacionaria de detección del medio ambiente.

El documento DE 10 2004 041 821 propone de manera alternativa supervisar un espacio de trabajo de un robot portátil por medio de escáner por láser, sensores de ultrasonido y sensores de microondas para detectar objetos no previsto. Los escáneres y sensores fijados en el robot portátil exploran un espacio de trabajo, que se mueve al mismo tiempo con el robot portátil y se adapta manualmente para un lugar de trabajo nuevo.

25 Sin embargo, si un manipulador móvil con una instalación de detección del medio ambiente fijada en el manipulador con su base móvil entra de nuevo a una posición en el entorno, para la que previamente se ha predeterminado, por ejemplo a través de aprendizaje, un espacio supervisado, una desviación condicionada, por ejemplo, por tolerancias o por errores de navegación entre la posición de base real actual y la posición de base de partida, para la que se había predeterminado el espacio supervisado, conduce a que el espacio actualmente supervisado, que está definido en virtud de la instalación de detección del medio ambiente fijada en el manipulador con relación al manipulador, con relación al entorno no corresponda ya al espacio, que ha sido predeterminado sobre la base de la posición de base de partida, sino que se desvía de ésta de acuerdo con el error de la posición de base.

30 Esto se representa esquemáticamente en las figuras 1 y 2 explicadas en detalle todavía a continuación, en las que la figura 1 muestra un robot móvil en su posición de base de partida, para la que se predetermina el espacio de trabajo WS' supervisado indicado con tayas, de manera que se encuentra dentro de un contorno del medio ambiente 4. Si el robot, como se representa en la figura 2, entra de nuevo en la posición de base, de manera que su posición de base real está girada o desplazada en virtud de errores de navegación, tolerancias de regulación y similares frente a la posición de base de partida indicada con rayas en la figura 2, el espacio de trabajo WS" supervisado, predeterminado con relación al robot y de manera correspondiente al mismo tiempo girado y desplazado, como se indica con trazos y doble punto en la figura 2, cortarían el contorno del medio ambiente 4 y de manera correspondiente conduciría a una reacción no deseada de la supervisión.

35 El documento US 2005/0216126 A1 se refiere a un robot de servicio autónomo. El objetivo es poder solucionar tareas de abastecimiento a personas ancianas, que con realizadas actualmente con frecuencia por cuidadores de enfermos, a través de robots. A ellas pertenecen especialmente una supervisión del estado de salud sí como determinadas funciones de asistencia. A tal fin se propone un robot, que presenta un cuerpo de forma cilíndrica así como dos ruedas de accionamiento grandes y una rueda de control pequeña. El robot comprende dos cámaras estéreo así como una lámpara de lectura. Además, el robot presenta una bandeja, sobre la que puede transportar un objeto para su dueño.

40 El documento EP 2 124 122 A1 se refiere a un procedimiento para la generación de un mapa y un robot móvil. El objetivo es poder generar un mapa para un robot móvil y en este caso necesitar menos tiempo de cálculo en comparación con métodos alterativos. A tal fin se propone equipar un robot móvil con un sensor de campo, a través del cual se puede detectar el medio ambiente. Con este sensor se registran informaciones nuevas. Se genera un mapa nuevo a través de los datos de los sensores y sobre la base de un mapa antiguo generado con anterioridad.

La publicación científica "Building 3D Map for Localization using Human Action", Sakaguchi y col., 2004 Proceedings

of the International Conference on Intelligent Robots and Systems, se refiere a un procedimiento para la generación de un mapa tridimensional para un robot, en el que se utilizan manipulaciones humanas para la creación del mapa. El objetivo es evitar los inconvenientes de cámaras dispuestas fijamente en el robot así como poder reproducir con detalle exacto especialmente personas. Además, se pretende poder distinguir objetos móviles dinámicos de objetos inmóviles estáticos en el entorno del robot.

El cometido de la presente invención es mejorar la supervisión de un espacio de manipulador para un manipulador móvil.

Este cometido se soluciona a través de un procedimiento con las características de las reivindicaciones 1 y 7, respectivamente. La reivindicación 8 presenta un dispositivo, la reivindicación 10 presenta un producto de programa de ordenador, en particular un medio de memoria o un soporte de datos, para la realización de un procedimiento de acuerdo con la invención para protección. Las reivindicaciones dependientes se refieren a desarrollos ventajosos.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se predetermina el espacio supervisado con relación a un manipulador móvil de forma al menos parcialmente automática en función de una posición de base detectada del manipulador en su entorno. Ésta se puede detectar, de acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, por medio de la misma instalación de detección del medio ambiente, que se utiliza también para la supervisión del espacio son respecto a objetos no previstos. Ambos aspectos se pueden combinar entre sí de manera más ventajosa.

A través de la utilización de la misma instalación de detección del medio ambiente para la supervisión del espacio y la detección de la posición de base, que se puede utilizar especialmente también para la navegación de la base del manipulador, se acuerdo con el segundo aspecto, no sólo se puede reducir el gasto de aparatos, sino de una manera más ventajosa también se puede reducir o evitar un error de transformación entre una posición de base detectada y un espacio supervisado predeterminado en función de ésta.

A través de la previsión al menos parcialmente automática del espacio supervisado con relación al manipulador en función de su posición de base detectada de acuerdo con el primer aspecto se pueden compensar especialmente los errores de posicionamiento de la base explicados en la introducción del manipulador móvil. Por una previsión al menos parcialmente automática se entiende en este caso una previsión automática que, sin embargo, con preferencia puede tener en cuenta también entradas manuales.

Un manipulador móvil presenta, en general, una base o bien plataforma móvil, en particular que se mueve por sí misma que se puede posicionar, con preferencia de forma no ligada, bi o tridimensionalmente en un entorno. Su posición, uni, bi o tridimensional se describe, por ejemplo a través de coordenadas cartesianas en un sistema de coordenadas mundiales, y/o su orientación uni, bi o tridimensional, descrita, por ejemplo, por ángulos de EULER o ángulos de KARDAB, se designa en el presente caso de manera correspondiente como posición de base en el entorno del manipulador. Una base puede ser accionada, por ejemplo, con rueda, oruga, magnéticamente o a través de cojines de aire. De acuerdo con una forma de realización preferida, se trata de un manipulador autónomo, cuya base busca, por ejemplo por control de objetivo, por sí misma un camino en un entorno, dado el caso también desconocido.

En la base está fijada una cinemática del manipulador y es móvil con relación a ésta. Así, por ejemplo, puede presentar un manipulador parcial, con preferencia de al menos seis ejes, para posicionar sin reposicionamiento de la base un sistema de referencia de herramientas (Tool Center point", TCP) discrecionalmente en el entorno y de esta manera ejecutar un programa de trabajo. Con preferencia, la supervisión del espacio se realiza para una base fija estacionaria, es decir, en reposo con relación al menos ambiente.

El espacio supervisado puede ser un espacio de trabajo del manipulador y a tal fin puede estar definido especialmente por las posibilidades de movimiento de la cinemática, que están predeterminadas, a ser posible, al máximo mecánicamente o a través de un programa de trabajo. En el espacio supervisado pueden estar previstos objetos admisibles, en particular partes del manipulador propiamente dicho, pero también instalaciones de admisión y de descarga, armarios de herramientas, elementos del entorno a mecanizar y similares. Si la instalación de detección del entorno detecta objetos distintos a los previstos, se provoca una reacción correspondiente, por ejemplo se detiene el manipulador con seguridad.

De manera alternativa o adicional, el espacio supervisado puede comprender un espacio de alarma. Si se detecta en este espacio un objeto no previsto, se puede emitir, por ejemplo, una alarma y/o se puede reducir la velocidad del manipulador. Aunque un espacio de trabajo supervisado está dirigido con preferencia a la seguridad o bien se supervisa en técnica segura, un espacio de alarma se puede supervisar de manera más ventajosa también de forma no dirigida a la seguridad.

De la misma manera, el espacio supervisado puede comprender también un espacio de protección, que es accesible para operarios, de manera que entonces sobre todo partes del manipulador como objetos no previstos conducen a

una reacción correspondiente como una parada, una alarma o una reducción de la velocidad.

Especialmente cuando la instalación de detección del entorno, que presenta uno o varios sensores de distancia, con preferencia sin contacto, por ejemplo escáneres de láser, sensores de ultrasonido o sensores de microondas, y/o instalaciones de formación de imágenes y/o de procesamiento de imágenes, por ejemplo cámaras-CCD, está dispuesta fija en el manipulador, se predetermina el espacio supervisado directa o indirectamente con relación al manipulador. A este respecto, en el presente caso también una previsión con relación a la instalación de detección del entorno, por ejemplo un sistema de referencia de un sensor, se designa, en general, como previsión con relación al manipulador en el sentido de la presente invención. A este respecto se predetermina un espacio supervisado en el sentido de la presente invención con relación al manipulador siempre que una modificación de la posición de base del manipulador con relación a su entorno provoca una modificación correspondiente del espacio supervisado con relación a este entorno.

Por otro lado, el espacio supervisado debe cumplir con frecuencia condiciones marginales del entorno. Así, por ejemplo, un límite del espacio supervisado debe extenderse dentro de un espacio libre del entorno, sin que contornos del medio ambiente penetren en el espacio supervisado y sean detectados allí como objetos no previstos y conduzcan a una reacción no deseada de la supervisión.

Por lo tanto, de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, el espacio supervisado se predetermina con relación a un manipulador móvil en función de una posición de base del manipulador en su entorno detectado. De esta manera, el espacio predeterminado de manera más ventajosa con relación al manipulador, que está determinado, por ejemplo, a través de su cinemática, se puede adaptar especialmente a posiciones erróneas del manipulador con relación a su entorno.

A tal fin, en una forma de realización preferida, el espacio supervisado se predetermina previamente para una posición de base de partida del manipulador móvil, que puede ser, por ejemplo, una posición de base, en la que el espacio supervisado se predetermina por un usuario manualmente o al menos de forma parcialmente automática. De la misma manera, se puede tratar también de una posición de base adoptada en un ciclo de movimiento precedente, a la que se ha adaptado el espacio supervisado.

Entonces se detecta, con preferencia en el funcionamiento, una posición de base real del manipulador móvil. Una posición de base se puede detectar, en general, por ejemplo, en un entorno conocido, calculando tal vez distancias con respecto a contornos del medio ambiente conocidos o marcas de referencia y llevando a cabo de esta manera una determinación de la posición, o a través de reconocimiento y comparación de imágenes. De la misma manera se puede detectar una posición de base del manipulador móvil también en un entorno desconocido con detección simultánea de este entorno ("Simultaneous Localization and Mapping", SLAM).

Cuando la posición real detectada se desvía de la posición de base de partida, con preferencia cuando una diferencia entre la posición de base de salida y la posición de base real excede un valor límite predeterminado, se modifica el espacio predeterminado con relación al manipulador móvil en función de la posición real detectada, especialmente en función de una diferencia entre la posición de base de salida y la posición de base real. Una diferencia entre las posiciones de base puede comprender, por ejemplo, un desplazamiento de la posición y/o una reorientación. De esta manera se puede compensar un posicionamiento erróneo del manipulador frente a su posición de base de salida, para la que se ha predeterminado el espacio supervisado teniendo en cuenta condiciones marginales del medio ambiente.

En una forma de realización preferida, el valor límite para la diferencia entre la posición de base de partida y la posición de base real puede depender del espacio del manipulador supervisado predeterminado y/o de la posición de base y, por ejemplo, será mayor en el caso de espacios de trabajo, que están predeterminados con distancias mayores con respecto al entorno o en posiciones de base, en las que el manipulador está más alejado de los contornos del medio ambiente, puesto que a este respecto tampoco en el caso de un posicionamiento erróneo insignificante es necesaria ninguna compensación.

El espacio supervisado se puede modificar con relación al manipulador de tal manera que corresponde, con relación al entorno al menos esencialmente al espacio supervisado predeterminado para la posición de base de salida en posición, orientación y/o tamaño. En particular, el espacio previsto para la posición de base de partida se puede reproducir de acuerdo con una relación con un espacio compensado para la posición de base real, que resulta a partir de la transformación entre posición de base de partida y posición de base real. Pero se puede modificar también de otra manera adecuada, por ejemplo se puede reducir proporcionalmente a la diferencia entre la posición de base real y la posición de base de partida.

En una forma de realización preferida, el procedimiento se realiza en línea durante el funcionamiento del manipulador. En particular, después de alcanzar la posición de base, se predetermina el espacio supervisado asociado a ésta. Con preferencia, solamente se libera o bien se inicia un programa de trabajo del manipulador cuando se ha predeterminado este espacio y es supervisado con seguridad.

De esta manera se pueden predeterminar espacios supervisados, respectivamente, para diferentes posiciones de base del manipulador en su entorno. Una instalación de previsión, que puede estar implementada o configurada por separado en la instalación de detección del entorno y/o en un control del manipulador, puede llamar para cada posición real detectada un espacio registrado en memoria, en particular sus límites geométricos y/u objetos previstos como admisibles, y se puede predeterminar como espacio supervisado.

Mientras que en los manipuladores móviles, cuya base se mueve por vía predeterminadas, especialmente instruidas, se puede llamar fácilmente el espacio supervisado registrado para una posición alcanzada del recorrido, en manipuladores autónomos la previsión del espacio supervisado se realiza de manera especialmente ventajosa sobre la base de la posición de la posición de base detectada en el entorno, dado el caso desconocido. En este caso, el espacio para diferentes posiciones de base de partida puede ser predeterminado y registrado previamente a través de un usuario o de forma automática, por ejemplo a través de la detección del entorno, de manera que la instalación de previsión del manipulador autónomo selecciona entonces la(s) posición(es) de base de partida más próxima(s) siguiente(s) a la posición real detectada y a partir de ello predetermina el espacio supervisado, por ejemplo, a través de procedió o a través de un desplazamiento proporcional a la diferencia entre la posición de base real y la posición de base de partida.

De la misma manera, se puede realiza runa previsión del espacio supervisado con relación al manipulador en función de su posición de base también predeterminando un límite geométrico del espacio supervisado de forma al menos parcialmente automática sobre la base de un entorno detectado, como se explica en detalle en la solicitud alemana paralela de la misma solicitante del mismo día de solicitud que la presente solicitud con el mismo título. Puesto que el límite geométrico del espacio supervisado se predetermina directamente sobre la base del entorno detectado en la posición de base real actual, se puede compensar de la misma manera un posicionamiento erróneo de la base en el entorno y se puede adaptar el espacio supervisado a condiciones marginales del medio ambiente.

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se propone esencialmente no adaptar el espacio supervisado a una posición de base real del manipulador, que se diferencia de una posición de base de partida, sino a la inversa modificar la posición de base real del manipulador, es decir, desplazar mecánicamente el manipulador, cuando un objeto no previsto, en particular un contorno del medio ambiente no predeterminado, se establece en el espacio supervisado.

Este procedimiento se realiza con preferencia antes de que se libere o bien se inicie un programa de trabajo del manipulador. Con preferencia, la posición de base se modifica hasta que no se establece ningún objeto no previsto en el espacio supervisado. Solamente entonces se libra o bien se inicia un programa de trabajo. La modificación se puede realizar en este caso de forma dirigida, por ejemplo fuera del objeto no previsto o en una dirección determinada el entorno, y/o de acuerdo con un patrón de movimiento predeterminado.

El tercer aspecto se puede combinar especialmente con el segundo, pero también con el primer aspecto, siendo adaptados, por ejemplo, de forma opcional o alternando de forma iterativa la posición de base y el espacio supervisado.

Otras ventajas y características se deducen a partir de las reivindicaciones dependientes y de los ejemplos de realización. A tal fin se muestra de forma parcialmente esquemática lo siguiente:

La figura 1 muestra la vista en planta superior desde arriba un robot móvil con un dispositivo de acuerdo con una forma de realización de la presente invención en una posición de base de partida; y

La figura 2 muestra en representación correspondiente a la figura 1 el robot en una posición de base real.

La figura 1 muestra un robot móvil en forma de un robot de brazo de pandeo 1 de seis ejes, cuyo carrusel 1.2 está fijado de en un bastidor de base 1.1 de forma giratoria alrededor de un eje vertical. En el carrusel 1.2 está articulado un balancín 1.3, en éste está articulado un brazo 1.4 de forma giratoria alrededor de ejes horizontales paralelos. Una mano central con tres ejes giratorios, que se cortan en un punto está fijada en el brazo y lleva una herramienta 1.5.

El bastidor de base 1.1 está fijado sobre una base o bien plataforma móvil 2, que se puede posicionar por medio de dos orugas 2.1 de forma no ligada en el entorno con movimiento propio. Sobre ella están dispuestos cuatro escáneres 3a a 3d, que forman una instalación de detección del entorno. Con puntos y trazos se indican en las figuras 1, 2 los sectores que pueden ser supervisados como máximo por los escáneres 3a a 3d. Los escáneres 3a a 3d pueden supervisar sectores bidimensionales, por ejemplo, en un plano horizontal, que se encuentra en una forma de realización preferida aproximadamente 20 cm por encima del suelo o en una variación no representada pueden supervisar también sectores tridimensionales, por ejemplo sectores esféricos o similares.

En la posición de base de partida mostrada en la figura 1, se predetermina previamente como espacio supervisado del manipulador un espacio de trabajo $WS' = a \cap b \cap c \cap d$, por ejemplo a través de entrada por el usuario o como se explica en detalle en la solicitud alemana paralela de la misma solicitante del mismo día de solicitud que la

presente solicitud con el mismo título, a cuyo contenido se hace expresamente aquí referencia a todo su contenido.

A tal fin, se delimita la zona de detección de los cuatro escáneres 3a a 3d a los sectores parciales rayados en la figura 1, de manera que no se detectan objetos que se encuentran fuera de ella o se ignoran durante la supervisión. Las partes del robot propiamente dicho están previstas como admisibles, de manera que su detección a través de los escáneres no conduce a una reacción de la supervisión.

5 Como se puede reconocer en la figura 1, el espacio de trabajo WS' está predeterminado de tal forma que se encuentra apenas dentro de los nichos delimitados por el contorno del medio ambiente 4, en el que está posicionado el robot en su posición de base de partida. De esta manera se impide, por una parte, que el contorno del medio ambiente 4 sea detectado de forma involuntaria por los escáneres de láser como objeto no previsto inadmisibles. Por otro lado, en virtud de la distancia reducida entre el límite del espacio de trabajo y el contorno del medio ambiente 4 se puede impedir especialmente que un operario entre desde la abertura del nicho en la zona de trabajo del robot y colisione allí con éste o sea "capturado" inadvertidamente en el borde del contorno del medio ambiente 4, cuando el robot entre en el nicho.

15 De la misma manera, para otras posiciones de base de partida (no representadas) se puede predeterminar y registrar en memoria, respectivamente, un espacio de trabajo o también espacio de protección correspondiente.

En la figura 2, el robot ha adoptado de nuevo su posición de base instruida, después de que se hubiera alejado entre tanto fuera del nicho. En este caso, su posición de base real actual (extractada en la figura 2) está girada y desplazada frente a la posición de base de partida instruida (rayada en la figura 2) en virtud de errores de navegación insignificantes (representada ampliada en la figura 2).

20 A través de los escáneres de láser 3a a 3d se detecta esta posición de base real del robot, de manera que, por ejemplo, características detectadas, en particular cantos del contorno del medio ambiente 4 se igualan con características correspondientes registradas en la posición de base de partida instruida. De la misma manera, se puede utilizar, por ejemplo, un procedimiento SLAM, para detectar de la misma manera el entorno y la posición del robot en éste.

25 En primer lugar, se selecciona entonces a partir de varios espacios supervisados, registrados para diferentes posiciones de base de partida, el espacio de trabajo WS' asociado a esta posición de base real detectada.

30 Si el robot móvil sigue en este caso recorridos predeterminados en el entorno, se puede llamar, por ejemplo, desde una memoria el espacio de trabajo previstamente registrado, asociado a la posición de base de partida instruido a tal fin. En cambio, si el robot busca de manera autónoma su camino en el entorno, se puede seleccionar de manera alternativa, a partir de varios espacios de trabajo previamente predeterminados para diferentes posiciones de base de partida, aquel espacio de trabajo, cuya posición de base de partida está más próxima a la posición de base real detectada. En este caso, el desplazamiento o bien la rotación puede ser correspondientemente mayor frente a la posición de base de partida.

35 Puesto que el espacio de trabajo es supervisado a través de los escáneres 3a a 3d fijos en el manipulador, éste está predeterminado al menos indirectamente con relación a la base 2. Puesto que en el sentido de la presente invención, éste es también el caso cuando el espacio de trabajo está definido, por ejemplo, por los sectores parciales individuales a a d y a este respecto se predetermina directamente con relación a un sistema de referencia de los escáneres 3a a 3d y, por lo tanto, sólo indirectamente con relación a la base 2, en la que están dispuestos los escáneres 3a a d.

40 De manera correspondiente, también el espacio WS" supervisado por los escáneres 3a a 3d junto con la base 2 estaría girado y desplazado (línea de trazos y doble punto en la figura 2). Esto conduciría, por una parte, a que partes del lado superior izquierdo y del lado inferior derecho en la figura 2 del contorno del medio ambiente 4 penetrase en el espacio de trabajo WS" y como objetos no previstos conducirían a una reacción de la supervisión y de esta manera, por ejemplo, a una parada segura involuntaria del robot.

45 Por otro lado, en la parte inferior derecha de la figura 2 resultaría una distancia grande involuntaria entre el límite del espacio de trabajo WS" y el contorno del medio ambiente 4, en la que un operario podría ser "capturado" sin saberlo durante la entrada del robot en el nicho, sin ser reconocido precozmente por la supervisión.

50 Por lo tanto, la posición de base real detectada se compara con la posición de base de partida (ver la figura 1 bien con línea de trazos en la figura 2). La posición y la orientación del espacio supervisado predeterminado para la posición de base de partida se modifican entonces automáticamente de acuerdo con la diferencia entre la posición de base de partida la posición de base real detectada, de tal manera que el espacio WS con relación al entorno corresponde de nuevo al espacio WS' supervisado predeterminado para la posición de base de partida, de manera que los escáneres de láser 3a a 3d supervisan de manera correspondiente otros sectores parciales.

En las figuras 1 y 2 se indican diversos sistemas de referencia para la explicación esquemática: un sistema de

coordenadas mundiales U fijo en el entorno, un sistema de coordenadas B fijo en la base del manipulador (posición de base real, figura 2) o bien B' (posición de base de partida, figura 1) así como un sistema de coordenadas A y A' fijo en el espacio de trabajo.

5 El espacio de trabajo WS predeterminado con relación al robot 1 se puede describir en el ejemplo de realización por medio de un paralelepípedo en el sistema de coordenadas A fijo en el espacio de trabajo, que resulta a través de la transformación de T_{AB} a partir del sistema de coordenadas B fijo en la base del manipulador. Su posición, es decir, su situación y orientación, con relación al entorno se puede describir, en cambio, a través de la transformación T_{AU} , que comunica la transición desde el sistema de coordenadas mundial al sistema de coordenadas fijo en el espacio de trabajo. Ésta da como resultado con la posición de base descrita a través de la transformación R_{BU} :

10
$$T_{AU} = T_{AB} \cdot T_{BU}$$

Si se desvía ahora, como en la figura 2, la posición de base real de la posición de base de partida ($T_{BU} \neq T_{B'U}$), se pueden llevar el sistema de coordenadas A fijo en el espacio de trabajo y con el paralelepípedo definido en él también el espacio de trabajo WS a través de una modificación correspondiente de la transformación T_{AB} , es decir, una modificación del espacio supervisado con relación al robot, de nuevo a cobertura con la configuración de partida:

15
$$\begin{aligned} T_{AU} &= T_{AB} \cdot T_{BU} \\ &= T_{A'U} = T_{A'B'} \cdot T_{B'U} \\ \Rightarrow &T_{AB}(T_{BU}, T_{A'B'}, T_{B'U}), \end{aligned}$$

(es decir, que el espacio de trabajo WS o bien el sistema de coordenadas A fijo en el espacio de trabajo con relación al robot o bien con relación al sistema de coordenadas fijo en la base del manipulador B (T_{AB}) se pueden predeterminar en función de la posición de base real del manipulador, detectada a través de los escáneres 3a a 3d en su entorno (T_{BU}), del espacio de trabajo ($T_{A'B'}$) predeterminado en la posición de base de salida con relación al robot y de la posición de base de partida en el entorno ($T_{B'U}$). En este caso, la formulación anterior con la transformación solamente sirve para la explicación, mientras que la modificación del espacio supervisado con relación al robot puede ser implementada también de otra manera. Así, por ejemplo, el espacio de trabajo se puede reducir, conformar, desplazar y/o girar de acuerdo con una diferencia entre la posición de base real y la posición de base de partida. De la misma manera, el espacio supervisado se puede predeterminar directamente en el sistema de coordenadas B fijo en la base del manipulador B, de manera que en el lugar de la transformación entra una descripción correspondiente, por ejemplo de los parámetros del espacio de trabajo WS en el sistema de coordenadas B fijo en la base del manipulador.

De acuerdo con un tercer aspecto, partiendo de la posición de base real en la figura 2, se puede desplazar la base 2 mecánicamente hasta que el espacio supervisado no es cortado ya por el contorno del medio ambiente 4. A tal fin, la base 2 se puede girar y/o desplazar alrededor de su eje vertical, por ejemplo, en virtud de los objetos no predeterminados detectados en la posición de base real adoptada en primer lugar (extractada en la figura 2) en el lado superior izquierdo en la figura 2 y en el lado inferior derecho en el espacio de trabajo WS", hasta que el espacio de trabajo WS" supervisado predeterminado inalterado con relación a la base 2 no colisiona ya con el contorno del medio ambiente 4.

Tal modo de proceder es especialmente ventajoso para manipuladores autónomos, que pueden buscar de esta manera, por decirlo así un espacio de trabajo libre. También se puede combinar con el primer aspecto descrito anteriormente, modificando, por ejemplo, de forma iterativa en primer lugar la posición de base en una zona predeterminada y adaptando a continuación el espacio supervisado.

40 **Lista de signos de referencia**

- 1.1 Bastidor de base
- 1.2 Carrusel
- 1.3 Balancín
- 45 1.4 Brazo
- 1.5 Herramienta
- 2 Base
- 2.1 Oruga
- 3a- 3d Escáneres de láser (instalación de detección del entorno)
- 50 4 Contorno (del medio ambiente)

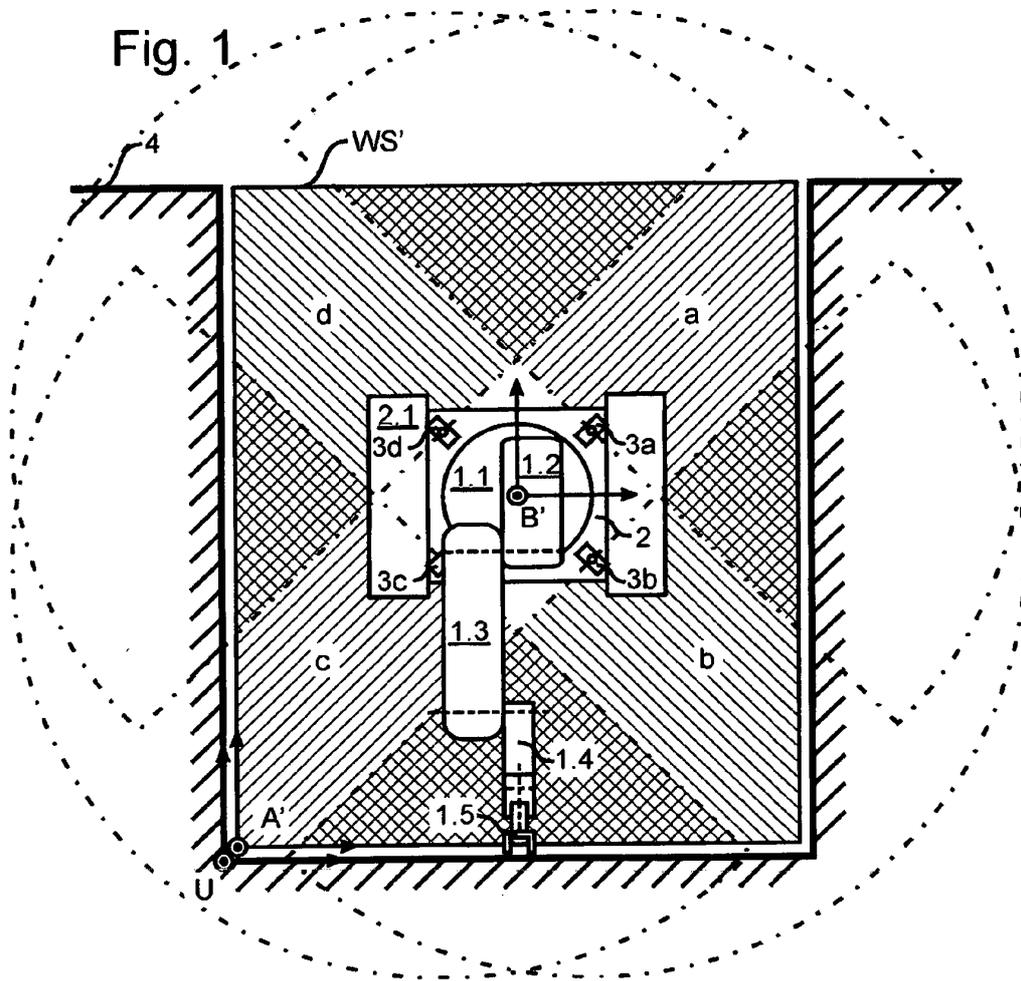
ES 2 498 193 T3

- a – d Sector parcial del espacio de trabajo detectado por escáneres de láser 3a - 3d
- WS Espacio de trabajo predeterminado (espacio del manipulador) en la posición de base real
- WS' Espacio de trabajo predeterminado en la posición de base de salida
- 5 WS'' Espacio de trabajo modificado en el caso de desviación, posición de base real, posición de base de partida

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la supervisión de un espacio de manipulador (WS) de un manipulador móvil, en particular de un robot móvil (1, 2), a través de la supervisión del espacio para detectar objetos no previstos por medio de una instalación de detección del entorno (3a – 3d), caracterizado por que el espacio supervisado es predeterminado al menos de forma parcialmente automática con relación al manipulador en función de una posición de base detectada (T_{BU}) del manipulador en su entorno.
- 10 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el espacio supervisado (WS') es predeterminado previamente para una posición de base de partida (T_{BU}) del manipulador móvil, se detecta una posición de base real (T_{BU}) del manipulador móvil y se modifica el espacio supervisado en función de la posición de base real detectada ($T_{BA}(T_{BU})$, ($T_{A'B'}$, ($T_{B'U}$)), cuando la posición de base real se desvía de la posición de base de partida.
- 15 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que el espacio supervisado (WS) se modifica, especialmente en función de una diferencia entre la posición de partida y la posición real, con relación al manipulador de tal forma que corresponde ($T_{AU} = T_{A'U}$) con relación al entorno al menos esencialmente al espacio supervisado (WS') predeterminado para la posición de base de partida.
- 20 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se detecta una posición de base del manipulador móvil en su entorno conocido; o por que se detecta una posición de base del manipulador móvil en su entorno por medio de detección simultánea del entorno (SLAM).
- 25 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el espacio supervisado se predetermina durante el funcionamiento del manipulador.
- 30 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la instalación de detección del entorno (3a-3d) se utiliza también para la detección de una posición de base (T_{BU}) del manipulador en su entorno.
- 35 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se predeterminan espacios supervisados para diferentes posiciones de base del manipulador en su entorno.
- 40 8.- Procedimiento para la supervisión de un espacio de manipulador (WS) de un manipulador móvil, en particular de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, a través de la supervisión del espacio para la detección de objetos no previstos, por medio de una instalación de detección del entorno (3a-3d), en el que se modifica una posición de base (T_{BU}) del manipulador en su entorno al menos de forma parcialmente automática cuando en una posición de base real se detecta un objeto no previsto en el espacio supervisado, caracterizado por que se modifica la posición de base hasta que no se establece ningún objeto no previsto en el espacio supervisado.
- 45 9.- Dispositivo para la supervisión de un espacio de manipulador (WS) de un manipulador móvil, en particular de un robot móvil (1, 2): con:
 una instalación de detección del entorno (3a - 3d) para la supervisión del espacio para detectar objetos no previstos;
 y
 una instalación de previsión para la previsión del espacio supervisado con relación al manipulador en función de una posición de base del manipulador en su entorno;
 caracterizado por que la instalación de detección del entorno y/o la instalación de previsión están instaladas para la realización de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
- 40 10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque la instalación de detección del entorno está dispuesta fija en el manipulador.
- 45 11.- Producto de programa de ordenador con código de programa, que está registrado en un soporte legible por máquina y que ejecuta un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 8, cuando se ejecuta en un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10.

Fig. 1



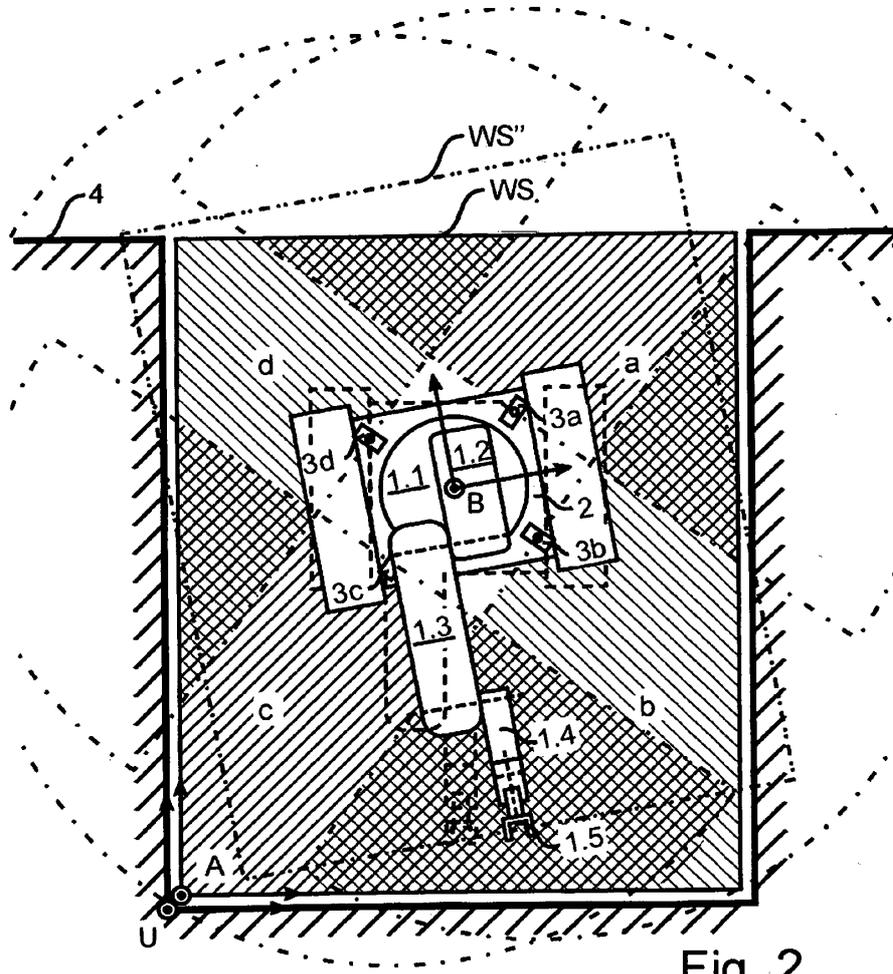


Fig. 2