

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 720**

51 Int. Cl.:

**G05B 19/401** (2006.01)

**B25J 9/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2011** **E 15176362 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020** **EP 3015932**

54 Título: **Método y medios para controlar un robot**

30 Prioridad:

**16.11.2010 EP 10191338**

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

**30.09.2020**

73 Titular/es:

**UNIVERSAL ROBOTS A/S (100.0%)  
Energivej 25, Lindved  
5260 Odense S, DK**

72 Inventor/es:

**OSTERGAARD, ESBEN HALLUNDBÆK**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 784 720 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Método y medios para controlar un robot

### CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere en general al campo de los robots programables y de manera más específica a los métodos de programación para dichos robots.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Los clientes que adquieren robots industriales quieren en general ser capaces de controlar o manipular un robot, y de programar el robot, con relación a diversos objetos y límites en el entorno del robot, tales como máquinas, objetos o piezas sin acabar, utillaje de sujeción, transportadores, palés o sistemas de visión. Tradicionalmente esto se ha realizado definiendo "marcos" (sistemas de coordenadas) que relacionan el sistema de coordenadas interno del robot (el sistema base de coordenadas) con el sistema de coordenadas del objeto en cuestión. La referencia se puede realizar tanto con relación a las "coordenadas de la herramienta" como con relación a las "coordenadas base" del robot.

15 Un problema con dichos marcos es que es necesario un cierto nivel de conocimiento matemático con el fin de ser capaz de definir dichos sistemas de coordenadas y también requiere un tiempo considerable llevar a cabo esta tarea, incluso para un experto en la técnica de programación e instalación de robots. Con frecuencia, esta tarea conlleva el cálculo de matrices 4x4. En particular, la representación de la orientación es complicada para una persona que carece de la experiencia necesaria para comprender este problema.

Algunas preguntas planteadas con frecuencia por los clientes son, por ejemplo:

20 (i) "¿Será posible alejar el robot 4 cm con respecto a la mordaza de mi maquina de control numérico computarizado (CNC)?"

(ii) "¿Es posible rotar la herramienta del robot 45 grados con relación a la mesa?"

(iii) "¿Se puede hacer que el robot se mueva verticalmente hacia abajo con el objeto, soltar el objeto y a continuación mover el robot verticalmente hacia arriba de nuevo?"

25 El significado de dichas cuestiones y de otras similares es muy sencillo para un cliente promedio que pretende utilizar un robot, por ejemplo, en diversas estaciones en una planta de producción, y al cliente le puede parecer molesto e incomprensible que se le diga que puede no haber una respuesta simple a dichas preguntas en cuestión. Las razones de por qué es difícil ofrecer una respuesta simple a dichas preguntas son entre otras:

30 (i) No está claramente definido cómo está situado y orientado el sistema de coordenadas de la máquina de CNC con relación al robot.

(ii) No está bien definido lo que se entiende por una rotación dada, por ejemplo, "45 grados". La rotación se puede definir con relación a un eje de rotación y este eje de rotación se puede orientar en infinitas direcciones en el espacio. Además, el punto de inicio de la rotación (correspondiente, por ejemplo, con 0 grados) puede estar en cualquier lugar a lo largo de un intervalo de 360 grados.

35 (iii) El significado del término "vertical" no está bien definido, ya que este depende del posicionamiento del robot. Por ejemplo, podría significar "perpendicular a la mesa sobre la cual se coloca un objeto que debe manipular el robot".

40 Los pocos ejemplos anteriores muestran que existe la necesidad de un método por medio del cual un usuario pueda dar instrucciones al robot de cómo moverse, sin que el usuario tenga conocimiento sobre sistemas de coordenadas, matrices de rotación, matrices de transformación, etc., mediante la aplicación de los términos propios del usuario que parezcan evidentes y bien definidos para el operador.

45 El documento US 4.744.039 describe un sistema de control de robots que tiene una mano de robot que se puede mover a lo largo de un plano, de acuerdo con los datos de posición determinados en términos de un sistema absoluto de coordenadas relacionado con el plano, para actuar sobre una pieza de trabajo que está situada de manera arbitraria en el plano y que está provista de un patrón de referencia lineal.

50 El documento US 4.817.017 describe un robot industrial en el que se aprenden directamente al menos tres puntos, entre un gran número de puntos de aprendizaje sin conexión fijados para tareas, en el sitio real de las tareas, las "desviaciones" entre los puntos de aprendizaje reales y los puntos de aprendizaje fijados sin conexión que se corresponden respectivamente entre sí se calculan en las direcciones X, Y y Z, y toda la gran cantidad de puntos de aprendizaje sin conexión se corrige en función de los errores detectados para al menos los tres puntos.

El documento EP 1696289 describe un proceso de medición para una máquina herramienta controlada por un programa que utiliza una esfera de medición que comprende situar la esfera en una pieza de la máquina, teniendo una sonda de medición instalada en una posición exacta escogida, mover la sonda de modo que esté en contacto con diferentes puntos en la superficie de la esfera y determinar, por tanto, la ubicación del centro de la esfera.

5 El documento WO 97/00454 describe equipamiento que tiene un transductor que recibe señales desde diversos objetos con posiciones desconocidas y detecta las direcciones desde el transductor hacia los objetos. Las direcciones de las líneas de visión hacia los objetos se detectan en al menos dos ubicaciones separadas del transductor. Las señales del transductor se suministran a un medio de cálculo que calcula las posiciones de los objetos.

10 El documento US 7.272.524 describe un método y un sistema para programar que un robot industrial se mueva con relación a posiciones definidas en un objeto.

El documento DE 10 2006061752 describe un método que conlleva el inicio manual de los puntos espaciales con un robot. El robot aplica una fuerza o par determinados en el punto espacial iniciado, donde se almacena el par o la fuerza. El inicio manual de los puntos espaciales se lleva a cabo mediante el guiado manual del robot o con la ayuda de un dispositivo de entrada del robot de funcionamiento manual.

15 El documento DE 2735632 describe un método y una disposición para controlar un robot industrial.

El documento DE 102008027008 describe un método que conlleva mover el manipulador en una dirección de movimiento hacia el objetivo detectado, aproximadamente una distancia predeterminada. Se detectan las fuerzas ejercidas sobre el manipulador para determinar la dirección de movimiento hacia el objetivo o se registra un movimiento del manipulador debido a la fuerza ejercida.

20 El documento EP 2258521 describe un aparato de control para un brazo robótico que está provisto de una base de datos con información de las operaciones, en la que se almacenan los fragmentos de información relacionados con las operaciones del brazo robótico; una unidad de detección de fuerzas que detecta una fuerza de una persona; y una unidad de corrección de las operaciones que corrige la información de las operaciones de la base de datos con información de las operaciones de acuerdo con la fuerza de la persona.

25 El documento DE 102008027008 describe un método que conlleva mover el manipulador en una dirección de movimiento hacia el objetivo detectado, aproximadamente una distancia predeterminada. Se detectan las fuerzas ejercidas sobre el manipulador para determinar la dirección de movimiento hacia el objetivo o se registra un movimiento del manipulador debido a la fuerza ejercida. La distancia predeterminada depende de la fuerza ejercida sobre el manipulador.

### 30 **COMPENDIO DE LA INVENCION**

Los anteriores y otros objetos y ventajas se logran por medio de la provisión de un robot programable que tiene la característica única de que este se puede programar moviendo de manera manual una parte definida o punto P en el robot, por ejemplo, en el brazo robótico (tal como la parte del brazo en la que se debe sujetar una herramienta), a las diferentes posiciones en el entorno del robot que son relevantes para la tarea particular en cuestión. Esta característica es muy esencial para que el robot se pueda programar por parte de usuarios no expertos con el fin de llevar a cabo incluso tareas muy complicadas. De acuerdo con la presente invención, esta característica se utiliza para facilitar que un usuario defina "características geométricas" o "información geométrica" relacionada con el entorno circundante del robot.

La definición de dichas características geométricas se puede realizar, por ejemplo, mediante:

40 (a) Mover el punto P en el brazo robótico a un primer punto A en el entorno y registrar la ubicación en el espacio de este punto, a continuación, mover el punto P a un segundo punto B en el entorno y registrar su ubicación en el espacio. Estos dos puntos A y B, es decir, sus ubicaciones respectivas en el espacio definen ahora un eje AB y posteriormente es posible dar instrucciones al robot para que mueva el punto P (por ejemplo, una herramienta de recogida) a lo largo de este eje tanto en la dirección desde A hacia B como desde B hacia A.

45 (b) Definir un eje tal como anteriormente, por ejemplo, en una mesa, y posteriormente dar instrucciones al robot de modo que haga rotar P en torno a este eje.

50 (c) Mover el punto P a tres puntos, por ejemplo, en una mesa, y definir por tanto un plano que contiene esos tres puntos. Posteriormente, dar instrucciones al robot de modo que mueva el punto P a lo largo de una línea perpendicular a este plano y por tanto a la superficie de la mesa.

Las características geométricas definidas tal como se ejemplifican anteriormente se pueden almacenar en un medio de almacenamiento del robot o conectados al robot para una utilización posterior. De acuerdo con la invención, es posible además combinar las características geométricas para definir características geométricas más complejas, que de nuevo se podrían utilizar para crear características geométricas incluso más complejas. Por tanto, de acuerdo con

la invención, el propio robot se puede utilizar para definir una jerarquía de características geométricas, cuyo primer nivel comprende características básicas simples, tales como líneas y planos, y donde un segundo nivel y niveles más altos de características comprenden, por ejemplo, diversos objetos 3D en el espacio. También es posible, y de hecho con frecuencia necesario, especificar una orientación de dichas características, por ejemplo, una dirección positiva en una línea, una rotación positiva en torno a un eje, un vector positivo normal a un plano, etc.

De acuerdo con el primer aspecto de la presente invención se proporciona un método para controlar un robot programable, donde el método comprende los pasos de: (i) colocar el robot en una posición predefinida  $P_0$  en el sitio operativo, donde la posición predefinida se ha utilizado anteriormente para definir las características geométricas que describen el movimiento de un punto P en el robot y/o los objetos operativamente relevantes en el entorno, y (ii) dar instrucciones al robot con respecto a sus movimientos en el entorno haciendo referencia a dichas características geométricas.

De acuerdo con la invención, dichas características geométricas se recuperan desde el medio de almacenamiento, en el robot o asociado a este, durante la comunicación de instrucciones al robot.

Es ventajoso en el método/robot de acuerdo con la invención aplicar los mismos sensores que se utilizan con el fin de controlar los motores/las articulaciones del robot para definir las características geométricas. Como alternativa, se podrían utilizar uno o más sensores especializados para definir las características geométricas.

En resumen, la presente invención hace referencia, de acuerdo con un primer aspecto, a un método para programar un robot, comprendiendo el método colocar el robot en una posición dada  $P_0$  en el entorno del robot, utilizar una parte o punto P en el robot para definir una o más características geométricas con relación a los objetos en el entorno del robot y establecer una relación entre dichas características geométricas y las primeras coordenadas de un sistema de coordenadas relacionado con el robot, por medio de lo cual se pueden dar instrucciones posteriormente al robot para que lleve a cabo movimientos de partes específicas del robot con relación a dicho entorno, haciendo referencia a una o más de dichas características geométricas.

De acuerdo con una realización de la invención, el robot comprende un brazo robótico articulado y donde dicha parte del punto P está ubicada en el brazo robótico articulado. De acuerdo con otra realización de la invención, el robot comprende una o más secciones que pueden sufrir un desplazamiento de traslación.

De acuerdo con una realización de la invención, dichas primeras coordenadas se transforman en unas segundas coordenadas de un sistema de coordenadas que describe el entorno en el que se coloca el robot.

De acuerdo con una realización de la invención, el método comprende los pasos de:

(i) definir una pluralidad de puntos en el entorno del robot por medio del brazo robótico articulado, mediante lo cual el robot asigna de manera automática coordenadas a cada uno de dicha pluralidad de puntos;

(ii) para cada uno de dichos puntos y las coordenadas asignadas correspondientes, proporcionar un nombre o etiqueta que describa el punto y almacenar cada punto, es decir, las coordenadas correspondientes y el nombre o etiqueta como una característica geométrica de bajo nivel en un registro del medio de almacenamiento, donde dichas características geométricas de bajo nivel se pueden recuperar posteriormente desde el medio de almacenamiento.

De acuerdo con una realización de la invención, en un primer paso (i) del método, se recuperan dichas dos o más de dichas características geométricas de bajo nivel almacenadas desde dicho medio de almacenamiento, y donde al menos dos de dichas características geométricas de bajo nivel se combinan para formar características geométricas de más alto nivel, estando descritas dichas características mediante las coordenadas respectivas de las características de bajo nivel correspondientes; después del primer paso, en un segundo paso (ii), se proporciona a cada una de las características geométricas de más alto nivel así definidas un nombre o etiqueta que describe la característica, después de lo cual sigue el paso (iii) de almacenar cada una de las respectivas características geométricas de más alto nivel, es decir, el conjunto correspondiente de coordenadas y el nombre o etiqueta correspondiente en un registro del medio de almacenamiento, de modo que las características geométricas de más alto nivel se puedan recuperar posteriormente desde el medio de almacenamiento.

De acuerdo con el método de la invención, las características geométricas almacenadas se pueden recuperar desde el medio de almacenamiento y se pueden utilizar para proporcionar una representación del robot y su entorno, por ejemplo, que comprende una pantalla gráfica en una interfaz de usuario de la trayectoria de movimiento del punto P en el robot a través del entorno y de los objetos en el entorno.

De acuerdo con una realización del método de la invención, las características geométricas almacenadas se pueden recuperar desde el medio de almacenamiento y mediante la transformación de las coordenadas que representan las diferentes características geométricas recuperadas, por medio de lo cual se pueden modificar, por ejemplo, la trayectoria de movimiento del punto P en el robot y los rasgos geométricos, tales como tamaño, forma, orientación, de los objetos representados mediante las características geométricas almacenadas.

De acuerdo con la presente invención se hace referencia a un método para controlar un robot, donde el método comprende los pasos de:

- 5 (i) colocar el robot en una posición  $P_0$  predefinida en un sitio operativo, donde la posición predefinida se ha utilizado anteriormente para definir unas características geométricas que describen el movimiento de un punto P en el robot y/o de objetos operativamente relevantes en el entorno, y
- (ii) dar instrucciones al robot con respecto a sus movimientos en el entorno haciendo referencia a dichas características geométricas.

De acuerdo con el método de control, dichas características geométricas se recuperan desde el medio de almacenamiento, en el robot o asociado a este, durante la comunicación de instrucciones al robot.

10 El robot programable comprende una sección base, una pluralidad de secciones de brazo, estando conectadas dos secciones de brazo adyacentes por medio de una articulación, y unos medios de detección dispuestos en cada articulación respectiva para detectar la rotación de la articulación respectiva, estando el robot provisto además de, o intercambia datos con, un medio para definir y denominar las características geométricas en función de las señales procedentes de dichos medios de detección, y donde el robot está provisto además de, o intercambia datos con, un

15 medio de almacenamiento para almacenar las características geométricas respectivas, por ejemplo, en registros de datos que comprenden uno o más conjuntos de coordenadas que describen las características geométricas respectivas y un nombre o etiqueta asociado que designa la característica geométrica respectiva.

El robot está provisto además de un sistema de control que, en función de las características geométricas recuperadas desde dicho medio de almacenamiento, puede controlar el movimiento del robot proporcionando señales de control a los medios de impulsión en dichas articulaciones del robot.

20

De acuerdo con la invención, el robot comprende además, o intercambia datos con, una interfaz de usuario provista de una pantalla en la cual se pueden visualizar al menos dichas características geométricas.

#### DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

La invención se comprenderá mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de una realización de la invención junto con las figuras, donde:

25

La figura 1 muestra una representación esquemática de un robot programable de acuerdo con la invención junto con los bloques funcionales principales utilizados durante la definición de las características geométricas, la programación del robot y el control del robot durante su utilización real.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

30 En lo que sigue a continuación se ofrecerá una descripción detallada de una realización específica de la invención que comprende un robot con codificadores en cada motor de articulación, donde el robot puede aprender una posición dada moviendo de manera manual una pieza escogida del robot, tal como el elemento de sujeción de herramientas, o mediante desplazamiento del robot a las diferentes posiciones. El robot utiliza sus codificadores de las articulaciones para medir los ángulos de las articulaciones en las distintas posiciones, y el software de control utiliza un modelo

35 cinemático del robot para traducir estos ángulos de las articulaciones en una postura. A continuación, se puede programar el robot de modo que se mueva a través de estas posiciones en una secuencia, donde el robot utiliza los mismos codificadores para alcanzar las posturas programadas que los utilizados para medir las posturas.

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra una representación esquemática de un robot programable de acuerdo con una realización de la invención junto con los bloques funcionales principales utilizados durante la definición de las características geométricas, la programación del robot y el control del robot durante su utilización real.

40

La figura 1 ilustra el robot 1 colocado en el origen de un sistema de coordenadas xyz utilizado para definir el entorno y el movimiento de un punto P en el robot (por ejemplo, el punto en el robot en el que está ubicada una herramienta) con relación al entorno. El robot ejemplar mostrado comprende una sección base 2, unas secciones de brazo 3, 4, 5 y unas articulaciones 6, 7, 8, que conectan las secciones de brazo adyacentes. Se puede sujetar una herramienta (no se muestra) en la sección final 9 del robot. En el entorno del robot, se muestran, a modo de ejemplo, una mesa 10 y un recipiente 11.

45

Los bloques funcionales y las líneas de comunicación indicadas entre pares de bloques funcionales y entre un bloque funcional y los elementos en el robot 1 describen de manera simple una realización de la invención, y la arquitectura general del sistema de control y programación podría tener otra estructura en una implementación práctica. Además,

50 dichas características funcionales como la denominación de las características geométricas (números de referencia 20, 21 y 22) se muestran como bloques funcionales independientes, aunque estos también se podrían haber incorporado en el bloque del sistema de control 24 o en el de la interfaz de usuario 25. En una implementación práctica, las diversas funciones de software que se corresponden con los bloques funcionales individuales mostrados en la figura 1 se integrarán posiblemente en una función de software completa que también comprenda el medio de

almacenamiento, indicado como bloque 23 en la figura 1, aunque obviamente también se podría utilizar un medio de almacenamiento independiente.

La realización de la invención mostrada en la figura 1 comprende el robot 1, cuya composición se describe anteriormente. Las articulaciones 6, 7, 8 respectivas comprenden motores de impulsión y sensores independientes utilizados para indicar la rotación de la articulación, es decir, el ángulo entre una sección de brazo y la sección de brazo adyacente de la articulación particular. Estos sensores (que no se muestran en la figura) pueden servir el fin dual de controlar el robot y proporcionar información desde el robot a los medios de transformación 16, que transforman las coordenadas del robot a coordenadas utilizadas en el entorno, por ejemplo, las coordenadas xyz, por medio de lo cual se puede especificar un punto, línea o plano. La función dual de los sensores se indica mediante las líneas con doble flecha 12, 13, 14, 15, que conectan el robot con el medio de transformación de coordenadas 16.

Una característica geométrica, el punto A, se puede definir moviendo el punto P en el robot al punto A en el entorno, donde el punto en el presente ejemplo se corresponde con una esquina de la mesa 10. Cuando el robot está montado en una ubicación particular en el entorno, en el ejemplo mostrado en el origen del sistema de coordenadas xyz, situar el punto P del robot en el punto A da como resultado que los sensores en el robot obtienen ciertos valores en el sistema de coordenadas del robot, donde las coordenadas del robot se traducen a coordenadas xyz mediante el medio de transformación 16. Las coordenadas xyz específicas del punto A se transfieren a través de la línea 39 a un bloque funcional 17, donde se define la característica geométrica de bajo nivel "punto A" y por medio de la función de denominación 20 se le da un nombre o etiqueta adecuado. Tal como se indica mediante la línea 32, esta característica de bajo nivel se puede almacenar en el medio de almacenamiento 23 como un registro que comprende el nombre y las coordenadas. Cabe destacar que, si la posición y orientación del robot con relación al entorno son conocidas a priori, sería posible almacenar simplemente las coordenadas del robot junto con un nombre de característica en el medio de almacenamiento y por tanto prescindir del medio de transformación de coordenadas 16.

La figura ilustra además la subdivisión de características geométricas en características de bajo nivel, nivel medio y nivel alto, aunque se debería sobreentender que también se podrían utilizar subdivisiones alternativas. Además, sería posible evitar en su totalidad la subdivisión de las características geométricas sin alejarse por ello de los conceptos fundamentales de la invención. Se puede asignar un nombre a cada una de las características de bajo, medio y alto nivel, tal como se ilustra mediante los bloques funcionales 20, 21 y 22, y almacenarse en registros adecuados en el medio de almacenamiento 23.

El robot está provisto además de un sistema de control 24 que controla el robot (tal como se indica de manera esquemática mediante la línea 27) y que interactúa con una interfaz de usuario 25. A través de la línea 26, el sistema de control 24 puede recuperar los datos desde el medio de almacenamiento 23 y proporcionarle datos. Aunque no se muestra en la figura 1, el sistema de control puede interactuar con otros de los bloques funcionales y en una implementación práctica algunos o todos estos pueden formar de hecho una pieza integrada del sistema de control.

Durante la utilización real del robot se pueden definir y utilizar diferentes niveles de características geométricas:

(a) Características geométricas simples (de bajo nivel), que comprenden simplemente puntos (A, B, C, ...) en el espacio, designados por medio del movimiento de un punto P en el robot a dicho punto en el espacio. Estos puntos están etiquetados de manera adecuada (por ejemplo: A, B, C, ...) o mediante nombre (por ejemplo: "punto de recogida", "estación intermedia", "punto receptor", ...) o posiblemente mediante sus coordenadas ((XA, YA, ZA) o (RA,  $\Theta$ A,  $\Phi$ A) ...). A continuación, los puntos etiquetados se pueden almacenar en un medio de almacenamiento del robot o asociado a este.

(b) Características geométricas más complejas (de nivel medio), tanto por medio del propio robot como por medio de características geométricas almacenadas anteriormente, que definen características geométricas más complejas, por ejemplo, que definen una línea recta en el espacio mediante el movimiento de un punto P en el robot desde el punto A en la línea hasta otro punto B en la línea, y posteriormente dar a la línea AB así definida un nombre adecuado y almacenar la línea AB definida en el medio de almacenamiento tal como se describe anteriormente. De esta manera, se puede definir una línea AB de longitud finita, aunque también es posible definir líneas semiinfinitas o infinitas (de A a  $\infty$ , de  $\infty$  a A o "de  $-\infty$  a  $+\infty$ ") tomando AB como un vector sobre dicha línea. También se podrían definir de esta manera otras formas geométricas relativamente simples, tales como un plano (de extensión finita o infinita).

(c) Características geométricas aún más complejas (de alto nivel), si se desea, las características geométricas de bajo nivel almacenadas se pueden recuperar desde la memoria y utilizar para definir características geométricas complejas (características de alto nivel), o se puede utilizar una combinación de dichas características de bajo y/o alto nivel almacenadas anteriormente y nuevas características medidas para definir dichas características complejas, proporcionar posteriormente una característica de alto nivel definida con un nombre y almacenar estas características en el medio de almacenamiento del robot o asociado a este. Por ejemplo, se puede definir una caja (que representa, por ejemplo, un recipiente para ciertos componentes producidos en una línea de producción) por medio de cinco planos definidos y almacenados anteriormente.

El software básico utilizado en el robot o asociado a este de acuerdo con la invención comprende al menos:

Software que puede asociar nombres a las posiciones almacenadas.

Software que puede construir características a partir de estas posiciones denominadas. Dos posiciones definen una línea o un vector. Tres posiciones pueden formar un plano.

5 Software que, tras la recepción de una instrucción adecuada procedente de un usuario, pueda mover el robot con relación a estas características geométricas.

10 A modo de ejemplo, se considera una mesa 10. El robot (por ejemplo, el punto P en el robot) se puede mover a una esquina de la mesa, la posición "A", cuyas coordenadas se registran en el robot y posteriormente las denomina el usuario. A continuación, P se mueve a la siguiente esquina de la mesa, cuya posición se denomina "B". Ahora es posible construir una característica geométrica de nivel medio, el vector AB, que se puede denominar "lado corto". Ahora, el software del robot de acuerdo con la invención proporciona más opciones para controlar el robot. Ahora, el operador puede dar instrucciones al robot para que se mueva, por ejemplo, 20 mm a lo largo del "lado corto" de la mesa, o "desplace" el robot con relación a este vector, al seleccionar la característica del "lado corto" en la interfaz de usuario, tal como una interfaz de desplazamiento en un dispositivo suspendido de aprendizaje.

15 De manera similar, el punto P en el robot se puede situar en una tercera esquina de la mesa, que se puede etiquetar como "C" y se puede definir una característica de nivel medio adicional, el "lado largo", que se define mediante el vector AC. Ahora el software del robot de acuerdo con la invención permite que el operador defina un plano, que en este ejemplo se puede considerar como una característica geométrica de alto nivel, donde el plano viene dado por los puntos "ABC". El plano ABC se puede denominar, por ejemplo, "plano de la mesa".

20 En el panel de la interfaz de usuario (desplazamiento), ahora se proporcionan diversas opciones para mover el robot. El usuario puede seleccionar el "lado corto", el "lado largo" o el "plano de la mesa". Si se selecciona el "plano de la mesa", ahora es posible mover el robot, por ejemplo, 2 mm hacia la mesa, o se puede escoger mover el robot a la posición más cercana a exactamente 30 mm desde el plano de la mesa, tal como se indica, por ejemplo, mediante los puntos D y E en la figura 1. También se pueden dar instrucciones al robot para que mueva una herramienta en el robot desde el punto E en un plano paralelo con el plano de la mesa hasta un punto F directamente por encima del recipiente 25 11, por ejemplo, durante una operación de recogida y colocación.

Esta clase de programación tiene dos características únicas:

El programador/operador no necesita conocer nada sobre matrices 4x4 u otros tipos de transformaciones de la postura que con frecuencia son necesarias con el fin de llevar a cabo la programación del robot.

30 Los codificadores utilizados para medir las posiciones pueden ser, y son preferentemente, codificadores idénticos utilizados para mover el robot. Esto elimina la necesidad de una calibración entre el espacio de características y el espacio de trabajo del robot.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para controlar un robot (1) que comprende un brazo robótico, donde dicho brazo robótico comprende una sección base, una pluralidad de secciones de brazo, estando conectadas dos secciones de brazo adyacentes por medio de una articulación, y unos medios de detección dispuestos en cada articulación respectiva para detectar la rotación de la articulación respectiva, donde el método comprende:
- 5 un usuario coloca de manera manual al robot en una posición dada  $P_0$  con relación a objetos en el entorno del robot, por medio de lo cual una parte o punto P ubicado en el brazo robótico se mueve para definir una o más características geométricas con relación a dichos objetos (10, 11) en el entorno del robot, por medio de los medios de detección y se establece una relación entre una o más de dichas características geométricas y unas primeras coordenadas del robot de un sistema de coordenadas del robot, transformando dichas primeras coordenadas del robot a unas segundas coordenadas por medio de las cuales se pueden especificar una o más de dichas características geométricas; y
- 10 un usuario posteriormente da instrucciones al robot para llevar a cabo los movimientos de las partes específicas del robot con relación a dicho entorno haciendo referencia a una o más de dichas características geométricas, conforme a lo cual dichos medios de detección, por medio de los cuales se definieron la o las características geométricas, también se utilizan para controlar los motores/articulaciones (6, 7, 8) del brazo robótico, donde la o las características geométricas almacenadas se almacenan en el medio de almacenamiento y se recuperan desde este, y se utilizan para proporcionar una representación en una pantalla gráfica en una interfaz de usuario del robot y su entorno, comprendiendo la representación de una trayectoria de movimiento de la parte o punto P ubicado en el brazo robótico a través del entorno y de los objetos en el entorno.
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho robot comprende un brazo robótico articulado y donde dicha parte o punto P está ubicado en el brazo robótico articulado.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho robot comprende una o más secciones (3, 4, 5) que pueden sufrir un desplazamiento de traslación.
- 25 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde dichas primeras coordenadas del robot se transforman (16) a las segundas coordenadas de un sistema de coordenadas que describe el entorno en el que se coloca el robot.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde el método comprende los pasos de:
- 30 (i) definir una pluralidad de puntos en el entorno del robot por medio del brazo robótico articulado, por medio de lo cual el robot asigna de manera automática las segundas coordenadas a cada uno de dicha pluralidad de puntos;
- (ii) para cada uno de dichos puntos y las segundas coordenadas asignadas correspondientemente, proporcionar un nombre o una etiqueta que describa el punto y almacenar cada uno de los puntos, es decir, las segundas coordenadas correspondientes y el nombre o etiqueta como una característica geométrica de bajo nivel en un registro en el medio de almacenamiento (23), de modo que dichas características geométricas de bajo nivel se puedan recuperar posteriormente desde el medio de almacenamiento.
- 35 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, donde
- (i) dos o más de dichas características geométricas de bajo nivel almacenadas se recuperan desde dicho medio de almacenamiento (23), y donde se combinan al menos dos de dichas características geométricas de bajo nivel para formar características geométricas de más alto nivel, estando dichas características **caracterizadas por** las segundas coordenadas respectivas de las características de bajo nivel correspondientes;
- 40 (ii) cada una de las características geométricas de más alto nivel así definidas tienen un nombre o etiqueta que describe la característica;
- (iii) almacenar cada una de las características geométricas de más alto nivel respectivas, es decir, el conjunto correspondiente de las segundas coordenadas y el nombre o etiqueta correspondiente, en un registro en el medio de almacenamiento, de modo que dichas características geométricas de más alto nivel se puedan recuperar posteriormente desde el medio de almacenamiento.
- 45 7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las características geométricas almacenadas se pueden recuperar desde el medio de almacenamiento y mediante transformación de las segundas coordenadas que representan las distintas características geométricas recuperadas, por medio de lo cual se pueden modificar, por ejemplo, la trayectoria de movimiento de la parte o punto P ubicado en el brazo robótico y las características geométricas, tales como tamaño, forma, orientación de los objetos representados mediante las características geométricas almacenadas.
- 50

8. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dichas características geométricas se recuperan desde el medio de almacenamiento en el robot o asociado a este durante la comunicación de instrucciones al robot.
- 5 9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el robot se controla sin calibración entre el espacio de características y el sistema de coordenadas relacionadas con el robot.
10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde se define una jerarquía de características geométricas, comprendiendo el primer nivel de la jerarquía características básicas simples y comprendiendo un segundo nivel y niveles más altos de características objetos 3D en el espacio.
- 10 11. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dichas segundas coordenadas son coordenadas xyz.

