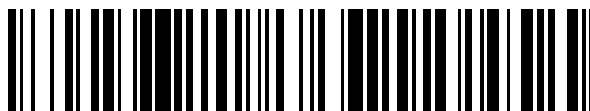


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 863 656**

51 Int. Cl.:

G05D 1/02 (2010.01)

G06Q 10/08 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2017 PCT/US2017/024194**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.09.2017 WO17165873**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2017 E 17719951 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2020 EP 3433690**

54 Título: **Operaciones de poner en cola a robots para cumplimiento de pedidos**

30 Prioridad:

25.03.2016 US 201615081124

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

11.10.2021

73 Titular/es:

**LOCUS ROBOTICS CORP. (100.0%)
301 Ballardvale Street
Wilmington, MA 01887, US**

72 Inventor/es:

**JOHNSON, MICHAEL CHARLES;
JOHNSON, SEAN;
POWERS, BRADLEY y
GALLAGHER, KAITLIN, MARGARET**

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 863 656 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

Operaciones de poner en cola a robots para cumplimiento de pedidos

5 Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a sistemas y procedimientos de cumplimiento de pedidos de productos asistidos por robot y más particularmente a la cola de robots destinados a una ubicación común.

10 ANTECEDENTES

[0002] Ordenar productos a través de Internet para la entrega a domicilio es una forma muy popular de comprar. Cumplir dichos pedidos de manera oportuna, precisa y eficiente es, por decir lo menos, un desafío logístico. Al hacer clic en el botón "pagar" en un carrito de compras virtual, se crea un "pedido". El pedido incluye una lista de artículos que se enviarán a una dirección en particular. El procedimiento de "cumplimiento" implica tomar o "recoger" físicamente estos artículos de un gran almacén, empacarlos y enviarlos a la dirección designada. Por lo tanto, un objetivo importante del procedimiento de cumplimiento de pedidos es enviar tantos artículos en el menor tiempo posible.

[0003] El procedimiento de cumplimiento del pedido típicamente se lleva a cabo en un gran almacén que contiene muchos productos, incluidos los que se enumeran en el pedido. Por lo tanto, entre las tareas de cumplimiento de pedidos está la de atravesar el almacén para encontrar y recoger los diversos artículos enumerados en un pedido. Además, los productos que en última instancia se enviarán primero deben recibirse en el almacén y almacenarse o "colocarse" en contenedores de almacenamiento de forma ordenada en todo el almacén para que puedan recuperarse fácilmente para su envío.

[0004] En un gran almacén, los productos que se entregan y solicitan pueden almacenarse en el almacén muy separados entre sí y dispersarse entre una gran cantidad de otros productos. Con un procedimiento de cumplimiento de pedidos que utiliza solo operadores humanos para colocar y recoger los productos, los operadores deben caminar mucho y puede ser ineficiente y llevar mucho tiempo. Dado que la eficiencia del procedimiento de cumplimiento es una función de la cantidad de artículos enviados por unidad de tiempo, aumentar el tiempo reduce la eficiencia.

[0005] Para aumentar la eficiencia, los robots se pueden usar para realizar funciones de seres humanos o se pueden usar para complementar las actividades humanas. Por ejemplo, a los robots se les puede asignar "colocar" una cantidad de artículos en diversas ubicaciones dispersas por todo el almacén o "recoger" artículos de diversas ubicaciones para su embalaje y envío. La recogida y colocación puede ser realizada por el robot solo o con la ayuda de operadores humanos. Por ejemplo, en el caso de una operación de recogida, el operador humano seleccionaría artículos de los estantes y los colocaría en los robots o, en el caso de una operación de colocar, el operador humano seleccionaría artículos del robot y los colocaría en los estantes.

[0006] Con numerosos robots navegando por un espacio es muy posible e incluso probable que los robots intenten navegar a una posición que está ocupada por otro robot, lo que resulta en una condición de carrera. Las condiciones de carrera son cuando dos robots están tratando de llegar al mismo lugar y convertirse en procesador atado a medida que intentan reconciliar el entorno externo cambiante. Las condiciones de carrera son muy indeseables y pueden resultar en que los robots no puedan realizar más operaciones hasta que se resuelva la condición.

[0007] El documento US 2007/021864 describe un procedimiento para recuperar artículos de inventario dentro de un sistema de inventario que incluye recibir una solicitud de recuperación que identifica un artículo de inventario y seleccionar, de una pluralidad de estaciones de inventario, una estación de inventario para cumplir con un pedido asociado con la solicitud de recuperación. El procedimiento también incluye seleccionar un portainventario de una pluralidad de portainventarios que almacenan el artículo de inventario y seleccionar, de una pluralidad de conjuntos de accionamiento móvil, un conjunto de accionamiento móvil para mover el portainventario seleccionado a la estación de inventario seleccionada.

[0008] El documento US 2014/100 998 describe un sistema que incluye un muelle de inventario, un conjunto de accionamiento móvil y un módulo de gestión. El muelle de inventario incluye un área definida dispuesta para colocar un portainventario. El portainventario almacena un artículo de inventario. El conjunto de accionamiento móvil es operable para transportar un portapedido. El módulo de gestión es operable para calcular una métrica asociada con la demanda del artículo de inventario. Basado al menos en parte en la métrica, el módulo de gestión es operable para seleccionar, de una pluralidad de portainventarios, el portainventario que almacena el elemento de inventario que se colocará en el área definida del muelle de inventario. El módulo de gestión se puede operar adicionalmente para recibir un pedido para el artículo de inventario e instruir al conjunto de accionamiento móvil para que transporte el portapedido al muelle de inventario. El portapedido es operable para recibir el artículo de inventario del portainventario cerca del área definida.

[0009] El documento WO 2007/149 227 describe un procedimiento para transportar artículos de inventario que

incluye determinar un estado de asignación de un conjunto de accionamiento móvil. El procedimiento también incluye seleccionar una ubicación para el conjunto de accionamiento móvil en función del estado de asignación del conjunto de accionamiento móvil, en respuesta a la determinación de que el conjunto de accionamiento móvil no está completando actualmente una tarea. El procedimiento incluye además transmitir información al conjunto de
5 accionamiento móvil que identifica la ubicación seleccionada.

RESUMEN

[0010] La invención se define por las reivindicaciones independientes. En un aspecto, la invención presenta un
10 procedimiento para poner en cola robots destinados a una ubicación diana en un entorno. El procedimiento incluye determinar si un primer robot ocupa la ubicación diana y si se determina que el primer robot ocupa la ubicación diana, determinar si un segundo robot destinado a la ubicación diana ha entrado en una zona diana predefinida próxima a la ubicación diana. Si se determina que el segundo robot ha entrado en la zona diana predefinida, el procedimiento
15 incluye navegar el segundo robot a una primera ubicación de cola y hacer que el segundo robot espere en la primera ubicación de cola hasta que el primer robot ya no ocupe la ubicación diana. El procedimiento también incluye navegar el segundo robot a la ubicación diana después de que el primer robot abandona la ubicación diana.

[0011] En otros aspectos de la invención, se pueden incluir una o más de las siguientes características. El
entorno puede ser un espacio de almacén que contiene elementos para el cumplimiento de pedidos del cliente. La
20 primera ubicación de cola puede desplazarse de la ubicación diana por una distancia predeterminada. La ubicación diana puede definirse mediante una pose diana y la primera ubicación de cola puede definirse mediante una primera pose de cola. El segundo robot puede navegar a la primera ubicación de cola al navegar a la primera pose de cola. El procedimiento puede incluir además determinar si un tercer robot destinado a la ubicación diana ha ingresado a la zona diana predefinida cuando el primer robot ocupa la ubicación diana y el segundo robot ocupa la primera ubicación
25 de cola. Si se determina que el tercer robot ha entrado en la zona diana predefinida mientras que el primer robot ocupa la ubicación diana y el segundo robot ocupa la primera ubicación de cola, el procedimiento puede incluir navegar el tercer robot a una segunda ubicación de cola y hacer que el tercer robot espere en la segunda ubicación de cola hasta que el primer robot ya no ocupe la ubicación diana.

[0012] En otros aspectos de la invención, la segunda ubicación de cola puede desplazarse desde la primera
30 ubicación de cola por una distancia predeterminada. La segunda ubicación de cola puede definirse mediante una segunda pose de cola y el segundo robot puede navegar hasta la segunda ubicación de cola al navegar hasta la segunda pose de cola. El procedimiento puede incluir además determinar si el primer robot continúa ocupando la ubicación diana y si no lo hace, navegar el segundo robot a la ubicación diana, navegar el tercer robot a la primera
35 ubicación de cola y hacer que el tercer robot espere en la primera ubicación de cola hasta que el segundo robot ya no ocupe la ubicación diana. Navegar el segundo robot hasta la ubicación diana puede incluir navegar el segundo robot hasta la pose objetivo y navegar el tercer robot hasta la primera ubicación de cola puede incluir navegar el segundo robot hasta la primera pose de cola.

[0013] Otro aspecto de la invención presenta un sistema para poner en cola robots destinados a una ubicación
40 diana. Hay un sistema de gestión y al menos un primer y segundo robots destinados a una ubicación diana. El sistema de gestión está configurado para comunicarse con él al menos primer y segundo robot y para determinar si el primer robot ocupa la ubicación diana. Si se determina que el primer robot ocupa la ubicación diana, entonces se determina si un segundo robot ha ingresado a una zona diana predefinida cerca de la ubicación diana. Si se determina que el
45 segundo robot ha entrado en la zona diana predefinida, el sistema de gestión navega el segundo robot hasta una ubicación de cola y hace que el segundo robot espere en la ubicación de cola predefinida hasta que el primer robot ya no ocupe la ubicación diana. El sistema de gestión a continuación navega por el segundo robot hasta la ubicación diana después de que el primer robot abandona la ubicación diana.

[0014] En otros aspectos de la invención, se pueden incluir una o más de las siguientes características. El
50 entorno puede ser un espacio de almacén que contiene elementos para el cumplimiento de pedidos del cliente. La primera ubicación de cola puede desplazarse de la ubicación diana mediante una distancia predeterminada y la ubicación diana puede definirse mediante una pose diana. La primera ubicación de cola puede definirse mediante una primera pose de cola; y el segundo robot puede navegar hasta la primera ubicación de cola al navegar hasta la primera
55 pose de cola. Si un tercer robot destinado a la ubicación diana, el sistema de gestión puede configurarse para determinar si el tercer robot ha entrado en la zona diana predefinida cuando el primer robot ocupa la ubicación diana y el segundo robot ocupa la primera ubicación de cola. Si se determina que el tercer robot ha entrado en la zona diana predefinida mientras que el primer robot ocupa la ubicación diana y el segundo robot ocupa la primera ubicación de cola, el sistema puede indicar al tercer robot que navegue a una segunda ubicación de cola y hace que el tercer robot
60 espere en la segunda ubicación de cola hasta que el primer robot ya no ocupe la ubicación diana.

[0015] En otros aspectos de la invención, la segunda ubicación de cola puede desplazarse de la primera
ubicación de cola por una distancia predeterminada y la segunda ubicación de cola puede definirse por una segunda
pose de cola. El segundo robot puede navegar hasta la segunda ubicación de cola al navegar hasta la segunda pose
65 de cola. El sistema de gestión puede configurarse adicionalmente para determinar si el primer robot continúa ocupando

la ubicación diana y si no lo hace, el sistema puede dirigir al segundo robot para que navegue hasta la ubicación diana. El sistema también puede indicar al tercer robot que navegue a la primera ubicación de cola y hace que el tercer robot espere en la primera ubicación de cola hasta que el segundo robot ya no ocupe la ubicación diana. El sistema de gestión puede configurarse adicionalmente para dirigir el segundo robot a la ubicación diana al navegarlo a la pose diana y puede dirigir el tercer robot a la primera ubicación de cola al navegarlo a la primera pose de cola.

[0016] Un aspecto adicional de la invención presenta un robot capaz de navegar a ubicaciones predefinidas en un entorno que contiene al menos un robot adicional. El robot y al menos un robot adicional son capaces de interactuar con un sistema de gestión. El robot incluye una base móvil, un dispositivo de comunicación que permite la comunicación entre el robot y el sistema de gestión, y un procesador, que responde a las comunicaciones con el sistema de gestión. El procesador está configurado para navegar el robot hasta una ubicación diana en el entorno y determinar si el al menos un robot adicional ocupa la ubicación diana. Si se determina que el al menos un robot adicional ocupa la ubicación diana, determine si el robot ha ingresado a una zona diana predefinida cerca de la ubicación diana. Si se determina que el robot ha ingresado a la zona diana predefinida, el procesador está configurado para navegar el robot hasta una ubicación de cola y hacer que el robot espere en la ubicación de cola predefinida hasta que el al menos un robot adicional ya no ocupe la ubicación diana. El procesador está configurado para luego navegar el robot hasta la ubicación diana después de que el al menos un robot adicional salga de la ubicación diana.

[0017] Estas y otras características de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y las figuras adjuntas, en las que:

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0018]

La figura 1 es una vista en planta superior de un almacén de cumplimiento de pedidos;

La figura 2 es una vista en perspectiva de una base de uno de los robots utilizados en el almacén que se muestra en la figura 1;

La figura 3 es una vista en perspectiva del robot de la figura 2 equipado con una armadura y estacionado frente a un estante que se muestra en la figura 1;

La figura 4 es un mapa parcial del almacén de la figura 1 creado usando un radar láser en el robot;

La figura 5 es un diagrama de flujo que representa el procedimiento para localizar marcadores fiduciales dispersos por todo el almacén y almacenar posiciones de marcadores fiduciales;

La figura 6 es una tabla de identificación fiducial para el mapeo de pose;

La figura 7 es una tabla de la ubicación de contenedores al mapeo de identificación fiducial;

La figura 8 es un diagrama de flujo que representa la SKU del producto para plantear el procedimiento de mapeo;

La figura 9 es una vista esquemática de las ubicaciones diana y de cola utilizadas en el procedimiento de poner en cola de acuerdo con esta invención; y

La figura 10 es un diagrama de flujo que representa el procedimiento de poner en cola robots de acuerdo con la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0019] Con referencia a la figura 1, un almacén típico de cumplimiento de pedidos 10 incluye estantes 12 llenos de los diversos artículos que podrían incluirse en un pedido 16. En funcionamiento, el pedido 16 del servidor de gestión de almacén 15 llega a un servidor de pedidos 14. El servidor de pedidos 14 comunica el pedido 16 a un robot 18 seleccionado de una pluralidad de robots que deambulan por el almacén 10.

[0020] En una realización preferida de la invención, un robot 18, mostrado en la figura 2, incluye una base 20 con ruedas autónoma que tiene un radar láser 22. La base 20 también presenta un transceptor 24 que permite al robot 18 recibir instrucciones del servidor de pedidos 14 y una cámara 26. La base 20 también presenta un procesador 32 que recibe datos del radar láser 22 y la cámara 26 para capturar información representativa del entorno del robot y una memoria 34 que coopera para llevar a cabo diversas tareas asociadas con la navegación dentro del almacén 10, así como para navegar al marcador fiducial 30 colocado en los estantes 12, como se muestra en la figura 3. El marcador fiducial 30 (por ejemplo, un código de barras bidimensional) corresponde a la ubicación/contenedor de un artículo pedido. La estrategia de navegación de esta invención se describe en detalle a continuación con respecto a

las figuras 4-8.

- [0021]** Si bien la descripción inicial proporcionada en esta invención se centra en la recogida de artículos de ubicaciones de contenedores en el almacén para cumplir con un pedido de envío a un cliente, el sistema es igualmente aplicable al almacenamiento o colocación de artículos recibidos en el almacén en ubicaciones de contenedores en todo el almacén para la posterior recuperación y envío a un cliente. La invención también es aplicable a tareas de control de inventario asociadas con dicho sistema de almacén, tales como consolidación, conteo, verificación, inspección y limpieza de productos.
- 10 **[0022]** Como se describe con más detalle a continuación, los robots 18 se pueden utilizar para realizar múltiples tareas de diferentes tipos de tareas de una manera intercalada. Esto significa que el robot 18, mientras ejecuta un solo pedido viajando por el almacén 10, puede estar recogiendo artículos, colocando artículos y realizando tareas de control de inventario. Este tipo de estrategia de tareas entrelazadas puede mejorar significativamente la eficiencia y el rendimiento.
- 15 **[0023]** Con referencia nuevamente a la figura 2, una superficie superior 36 de la base 20 presenta un acoplamiento 38 que se aplica a cualquiera de una pluralidad de armaduras intercambiables 40, una de las cuales se muestra en la figura 3. La armadura particular 40 en la figura 3 presenta un porta-bolsas 42 para transportar una bolsa 44 que recibe artículos, y un porta-tabletas 46 para soportar una tableta 48. En algunas realizaciones, la armadura 40 soporta una o más bolsas para transportar artículos. En otras realizaciones, la base 20 soporta una o más bolsas para transportar artículos recibidos. Como se usa en esta invención, el término "bolsa" incluye, sin limitación, cargadores, contenedores, jaulas, estantes, barras de las cuales se pueden colgar artículos, caddies, cajones, bastidores, soportes, caballetes, contenedores, cajas, botes, recipientes y repositorios.
- 25 **[0024]** Aunque un robot 18 es excelente para moverse por el almacén 10, con la tecnología de robot actual, no es muy bueno para recoger de forma rápida y eficiente los artículos de un estante y colocarlos en la bolsa 44 debido a las dificultades técnicas asociadas con la manipulación robótica de objetos. Una forma más eficiente de recoger artículos es utilizar un operador local 50, que es típicamente humano, para llevar a cabo la tarea de retirar físicamente un artículo pedido de un estante 12 y colocarlo en el robot 18, por ejemplo, en la bolsa 44. El fiducial robot 18 comunica el pedido al operador local 50 a través de la tableta 48, que el operador local 50 puede leer, o transmitiendo el pedido a un dispositivo portátil utilizado por el operador local 50.
- 30 **[0025]** Al recibir un pedido 16 del servidor de pedidos 14, el robot 18 avanza a una primera ubicación de almacén, por ejemplo, mostrada en la figura 3. Lo hace basándose en el software de navegación almacenado en la memoria 34 y llevado a cabo por el procesador 32. El software de navegación se basa en datos relacionados con el entorno, como los recopila el radar láser 22, una tabla interna en la memoria 34 que identifica la identificación fiducial ("ID") del marcador fiducial 30 que corresponde a una ubicación en el almacén 10 donde se puede encontrar un artículo particular, y la cámara 26 para navegar.
- 40 **[0026]** Al llegar a la ubicación correcta, el robot 18 se estaciona frente a un estante 12 en el que se almacena el artículo y espera a que un operador local 50 recupere el artículo del estante 12 y lo coloque en la bolsa 44. Si el robot 18 tiene otros artículos para recuperar avanza a esas ubicaciones. El(los) artículo(s) recuperado(s) por el robot 18 se entregan a continuación a una estación de embalaje 100, figura 1, donde se embalan y envían.
- 45 **[0027]** Los expertos en la materia entenderán que cada robot puede estar cumpliendo uno o más pedidos y cada pedido puede consistir en uno o más artículos. Típicamente, se incluiría alguna forma de software de optimización de ruta para aumentar la eficiencia, pero esto está más allá del alcance de esta invención y, por lo tanto, no se describe en esta invención.
- 50 **[0028]** Para simplificar la descripción de la invención, se describe un único robot 18 y un operador 50. Sin embargo, como es evidente por la figura 1, una operación de cumplimiento típica incluye muchos robots y operadores que trabajan entre sí en el almacén para completar un flujo continuo de pedidos.
- 55 **[0029]** La estrategia de navegación de esta invención, así como el mapeo semántico de una SKU de un artículo que se recuperará a una ID/pose fiducial asociada con un marcador fiducial en el almacén donde se ubica el artículo, se describe en detalle a continuación con respecto a las figuras 4- 8.
- [0030]** Usando uno o más robots 18, se debe crear un mapa del almacén 10 y se debe determinar la ubicación de varios marcadores fiduciales dispersos por todo el almacén. Para hacer esto, uno de los robots 18 navega por el almacén y construye un mapa 10a, figura 4, utilizando su radar láser 22 y localización y mapeo simultáneos (SLAM), que es un problema computacional para construir o actualizar un mapa de un entorno desconocido. Los procedimientos de solución aproximada SLAM populares incluyen el filtro de partículas y el filtro Kalman extendido. La estrategia SLAP GMapping es la estrategia preferida, pero se puede usar cualquier estrategia SLAM adecuada.
- 65 **[0031]** El robot 18 utiliza su radar láser 22 para crear el mapa 10a del almacén 10 a medida que el robot 18

viaja a través del espacio identificando, el espacio abierto 112, las paredes 114, los objetos 116 y otros obstáculos estáticos, tales como el estante 12, en el espacio basándose en los reflejos que recibe cuando el radar láser escanea el entorno.

5 **[0032]** Mientras construyen el mapa 10a, o después, uno o más robots 18 navegan a través del almacén 10 usando la cámara 26 para escanear el entorno para localizar marcadores fiduciales (códigos de barras bidimensionales) dispersos por todo el almacén en estantes de contenedores cercanos, tales como 32 y 34, figura 3, en los que se almacenan los artículos.

Los robots 18 usan un punto de partida u origen conocido como referencia, tal como el origen 110. Cuando un marcador
10 fiducial, tal como el marcador fiducial 30, figuras 3 y 4, está localizado por el robot 18 usando su cámara 26, se determina la ubicación en el almacén en relación con el origen 110.

[0033] Mediante el uso de codificadores de rueda y sensores de rumbo, se puede determinar el vector 120 y la posición del robot en el almacén 10. Al usar la imagen capturada de un marcador fiducial/código de barras
15 bidimensional y su tamaño conocido, el robot 18 puede determinar la orientación y la distancia con respecto al robot del marcador fiducial/código de barras bidimensional, el vector 130. Con los vectores 120 y 130 conocidos, se puede determinar el vector 140, entre el origen 110 y el marcador fiducial 30. A partir del vector 140 y la orientación determinada del marcador fiducial/código de barras bidimensional en relación con el robot 18, se puede determinar la pose (posición y orientación) definida por un cuaternión (x, y, z, ω) para el marcador fiducial 30.

20 **[0034]** Se describe el diagrama de flujo 200, figura 5, que describe el procedimiento de localización del marcador fiducial. Esto se realiza en un modo de mapeo inicial y cuando el robot 18 encuentra nuevos marcadores fiduciales en el almacén mientras realiza tareas de selección, colocación y/u otras tareas. En la etapa 202, el robot 18 que usa la cámara 26 captura una imagen y en la etapa 204 busca marcadores fiduciales dentro de las imágenes
25 capturadas. En la etapa 206, si se encuentra un marcador fiducial en la imagen (etapa 204) se determina si el marcador fiducial ya está almacenado en la tabla fiducial 300, figura 6, que se encuentra en la memoria 34 del robot 18. Si la información fiducial ya está almacenada en la memoria, el diagrama de flujo vuelve a la etapa 202 para capturar otra imagen. Si no está en la memoria, la pose se determina según el procedimiento descrito anteriormente y en la etapa 208, se añade a fiducial para plantear la tabla de búsqueda 300.

30 **[0035]** En la tabla de búsqueda 300, que puede almacenarse en la memoria de cada robot, se incluye para cada marcador fiducial una identificación fiducial, 1, 2, 3, etc., y una pose para el marcador fiducial/código de barras asociado con cada identificación fiducial. La pose consiste en las coordenadas x, y, z en el almacén junto con la orientación o el cuaternión (x, y, z, ω).

35 **[0036]** En otra tabla de búsqueda 400, figura 7, que también puede almacenarse en la memoria de cada robot, es una lista de ubicaciones de contenedores (por ejemplo, 402a-f) dentro del almacén 10, que se correlacionan con las ID fiduciales particulares 404, por ejemplo, el número "11". Las ubicaciones de los contenedores, en este ejemplo, consisten en siete caracteres alfanuméricos. Los primeros seis caracteres (por ejemplo, L01001) pertenecen a la ubicación del estante dentro del almacén y el último carácter (por ejemplo, AF) identifica el contenedor particular en la
40 ubicación del estante. En este ejemplo, hay seis ubicaciones de contenedores diferentes asociadas con la ID fiducial "11". Puede haber uno o más contenedores asociados con cada ID/marcador fiducial.

[0037] Las ubicaciones de los contenedores alfanuméricos son comprensibles para los seres humanos, por ejemplo, el operador 50, figura 3, como corresponde a una ubicación física en el almacén 10 donde se almacenan los
45 artículos. Sin embargo, no tienen significado para el robot 18. Al mapear las ubicaciones a las ID fiduciales, el robot 18 puede determinar la pose de la ID fiducial utilizando la información de la tabla 300, figura 6, y a continuación navegar a la pose como se describe en esta invención.

[0038] El procedimiento de cumplimiento de pedidos según esta invención se representa en el diagrama de
50 flujo 500, figura 8. En la etapa 502, el sistema de gestión de almacén 15, figura 1, obtiene un pedido, que puede consistir en uno o más artículos a recuperar. En la etapa 504, el(los) número(s) de SKU de los artículos (es) son determinado(s) por el sistema de gestión de almacenes 15, y a partir del(los) número(s) de SKU, la(s) ubicación(es) del contenedor se determinan en la etapa 506. Una lista de ubicaciones del contenedor del pedido se transmiten a continuación al robot 18. En la etapa 508, el robot 18 correlaciona las ubicaciones del contenedor con las ID fiduciales
55 y, a partir de las ID fiduciales, la pose de cada ID fiducial se obtiene en la etapa 510. En la etapa 512, el robot 18 navega hacia la pose como se muestra en la figura 3, donde un operador puede seleccionar el artículo que se va a recuperar del contenedor apropiado y colocarlo en el robot.

[0039] La información específica del artículo, tal como el número de SKU y la ubicación del contenedor,
60 obtenida por el sistema de gestión de almacenes 15, se puede transmitir a la tableta 48 en el robot 18 para que el operador 50 pueda ser informado de los artículos particulares que se recuperarán cuando el robot llegue a cada ubicación del marcador fiducial.

[0040] Con el mapa SLAM y la pose de las ID fiduciales conocidas, el robot 18 puede navegar fácilmente a
65 cualquiera de las ID fiduciales utilizando diversas técnicas de navegación del robot. La estrategia preferida implica

establecer una ruta inicial a la pose del marcador fiducial dado el conocimiento del espacio abierto 112 en el almacén 10 y las paredes 114, los estantes (como el estante 12) y otros obstáculos 116. A medida que el robot comienza a atravesar el almacén utilizando su radar láser 26, determina si hay algún obstáculo en su ruta, ya sea fijo o dinámico, tal como otros robots 18 y/u operadores 50, y actualiza iterativamente su ruta a la pose del marcador fiducial. El robot 5 vuelve a planificar su ruta aproximadamente una vez cada 50 milisegundos, buscando constantemente la ruta más eficiente y efectiva, evitando obstáculos.

[0041] Con la SKU del producto/ID fiducial a la técnica de mapeo de pose fiducial combinada con la técnica de navegación SLAM descrita en esta invención, los robots 18 pueden navegar de manera muy eficiente y efectiva por el 10 espacio del almacén sin tener que usar estrategias de navegación más complejas que típicamente se utilizan, que involucran líneas de cuadrícula y marcadores fiduciales intermedios para determinar la ubicación dentro del almacén.

[0042] Como se describió anteriormente, un problema que puede surgir con múltiples robots que navegan por un espacio se denomina «condición de carrera» que puede ocurrir si uno o más robots intentan navegar a un espacio 15 ocupado por otro robot. Con esta invención, se crean destinos alternativos para los robots para colocarlos en una cola y evitar que ocurran condiciones de carrera. El procedimiento se representa en la Fig. 9, donde el robot 600 se muestra posicionado en una ubicación/pose diana 602. La pose 602 podría corresponder a cualquier ubicación en un espacio de almacén, por ejemplo, una estación de carga o empaque o una posición cerca de un contenedor particular. Cuando otros robots intentan navegar a la pose 602, tales como los robots 604, 606 y 608 (tal como lo indican las líneas 20 punteadas de los robots y terminan en la pose 602), se redirigen a ubicaciones de retención temporal, tales como ubicaciones o puestos de cola 610, 612 y 614.

[0043] Los puestos de cola 610, 612 y 614 están desplazados de la pose 612. En este ejemplo, el puesto de cola 610 se desplaza de la pose 602 por una distancia x , que podría ser, por ejemplo, un (1) metro. El puesto de cola 25 612 se desplaza desde el puesto de cola 610 por una distancia adicional x y el puesto de cola 614 se desplaza otra distancia x desde el puesto de cola 612. Si bien, en este ejemplo, las distancias están espaciadas uniformemente a lo largo de una línea recta que emana de la pose 602, esto no es un requisito de la invención. Las ubicaciones de los puestos de cola pueden ser no uniformes y variables dado el entorno dinámico del almacén. Los puestos de cola pueden desplazarse de acuerdo con un algoritmo de poner en cola que observa el mapa global subyacente y los 30 obstáculos y limitaciones existentes del mapa local. El algoritmo de poner en cola también puede considerar los límites prácticos de hacer cola en el espacio cercano a la ubicación/pose diana para evitar bloquear el tráfico, interferir con otras ubicaciones y crear nuevos obstáculos.

[0044] Además, se debe gestionar la correcta asignación de puesto de cola de robots en la cola. En el ejemplo 35 mostrado en la Fig. 9, el robot con la primera prioridad para ocupar la pose 602 está en cola en el primer puesto de cola 610, mientras que los otros robots están en cola en los otros puestos de cola en función de sus respectivas prioridades. Las prioridades se determinan por el orden de entrada de los robots en una pose 602 cercana a la zona 618. En este caso, la zona 618 se define por un radio, R , alrededor de la pose 602, que en este caso es de aproximadamente tres (3) metros (o $3x$). El primer robot que entra en la zona, en este caso 604, tiene la prioridad más 40 alta y se le asigna el primer puesto de cola, puesto de cola 610. Cuando el robot 606, que está más cerca de la zona 618 que el robot 608, entra en la zona 618, asumiendo que el robot 600 todavía está en la pose 602 y el robot 604 está ubicado en el puesto de cola 610, tiene la siguiente prioridad más alta y, por lo tanto, se le asigna el puesto de cola 612. Cuando el robot 608 a continuación ingresa a la zona 618, suponiendo que el robot 600 todavía está en la pose 602 y los robots 604 y 606 todavía están ubicados en los puestos de cola 610 y 612, respectivamente, se asigna 45 al puesto de cola 614.

[0045] Cuando el robot 600 se mueve de la pose 602, el robot 604 se mueve del puesto de cola 610 a la pose 602. Los robots 606 y 608 se mueven a las posiciones de puesto de cola 610 y 612, respectivamente. El siguiente robot en entrar en la zona 618 se colocaría en la posición de puesto de cola 614. Por supuesto, se podría incluir un 50 número adicional de posiciones de puesto de cola para acomodar los flujos de tráfico esperados.

[0046] La manera en que se hace que los robots naveguen a los puestos de cola y, en última instancia, la ubicación diana se logra redirigiéndolos temporalmente desde la pose de la ubicación diana a la/s pose/s del puesto de cola. En otras palabras, cuando se determina que un robot debe colocarse en un puesto de cola, su pose diana se 55 ajusta temporalmente a una pose correspondiente a la ubicación del puesto de cola a la que se asigna. A medida que sube de posición en la cola, la pose se ajusta temporalmente a la pose del puesto de cola con la siguiente prioridad más alta hasta que pueda alcanzar su ubicación diana original, momento en el que la pose se restablece a la pose diana original.

[0047] El diagrama de flujo 700, Figura 10, ilustra el procedimiento de poner en cola robots implementado por 60 WMS 15 para una pose particular (pose diana) dentro del almacén. En la etapa 702, se determina si la pose diana está ocupada por un robot. Si no lo está, el procedimiento vuelve a la etapa 702 hasta que hay un robot ocupando la pose diana. Cuando un robot está ocupando la pose diana, el procedimiento determina en la etapa 704 si hay otro robot en la zona diana o si hay un robot en uno o más de los puestos de cola. Si se determina que no hay robot en la 65 zona diana o en uno o más puestos de cola, el procedimiento vuelve a la etapa 702. Si se determina que hay un robot

ocupando la pose diana o si los puestos de cola están ocupados, entonces en la etapa 706 los robots se asignan a los puestos de cola apropiados.

[0048] Si hay un robot en la zona diana, pero no hay ningún robot en los puestos de cola, entonces se indica al robot en la zona diana que ocupe el primer puesto de cola, es decir, el puesto de cola 610, Figura 9. Si hay un robot en la zona diana y un robot (o múltiples robots en los puestos de cola), entonces el robot en la zona diana se ubica en el siguiente puesto de cola disponible, como se describió anteriormente. Si no hay robots en la zona diana, pero hay robot/s en el/los puesto/s de cola, entonces los robots con puesto permanecen en las mismas posiciones. En la etapa 708, si se determina que la pose diana no está ocupada, entonces los robots en los puestos de cola suben una posición, es decir, el puesto de cola 610 a la pose diana, el puesto de cola 612 al puesto de cola 610 y así sucesivamente. Si la pose diana sigue ocupada, el procedimiento vuelve a la etapa 704.

[0049] Una vez descrita la invención, y una realización preferida de la misma, lo que se reivindica como nuevo y asegurado mediante la patente es:

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para poner en cola robots destinados a una ubicación diana (602) en un entorno, que comprende:

5 establecer la ubicación diana (602);
 establecer una zona diana predefinida próxima a la ubicación diana (602);
 determinar si un primer robot (18, 600) ocupa la ubicación diana (602);
 si se determina que el primer robot (18, 600) ocupa la ubicación diana (602), determinar una prioridad para un
 10 segundo robot y un tercer robot en función de un orden de entrada en la ubicación diana predefinida;
 si se determina que el segundo robot (604, 606, 608) tiene una primera prioridad y el tercer robot tiene una segunda
 prioridad, menor que la primera prioridad, navegar el segundo robot (604, 606, 608) hasta una primera ubicación
 de cola (610, 612, 614) y navegar el tercer robot hasta una segunda ubicación de cola;
 15 hacer que el segundo robot (604, 606, 608) espere en la primera ubicación de cola (610, 612, 614) hasta que el
 primer robot (18, 600) ya no ocupe la ubicación diana (602); navegar el segundo robot (604, 606, 608) hasta la
 ubicación diana (602) después de que el primer robot (18, 600) sale de la ubicación diana (602);
 donde la primera ubicación de cola (610, 612, 614) se desplaza desde la ubicación diana (602) por una distancia
 predeterminada;
 la ubicación diana (602) está definida por una pose diana y la primera ubicación de cola (610, 612, 614) está
 20 definida por una primera pose de cola;
 donde el segundo robot (604, 606, 608) navega hasta la primera ubicación de cola (610, 612, 614) al navegar hasta
 la primera pose de cola;
 donde la segunda ubicación de cola (610, 612, 614) se desplaza desde la primera ubicación de cola (610, 612,
 614) por una distancia predeterminada;
 25 la segunda ubicación de cola (610, 612, 614) está definida por una segunda pose de cola; donde el segundo robot
 (604, 606, 608) navega hasta la segunda ubicación de cola (610, 612, 614) al navegar hasta la segunda pose de
 cola; y
 determinar si el primer robot (18, 600) continúa ocupando la ubicación diana (602) y si no lo hace,
 30 navegar el segundo robot (604, 606, 608) hasta la ubicación diana,
 navegar el tercer robot a la primera ubicación de cola, y
 hacer que el tercer robot espere en la primera ubicación de cola (610, 612, 614) hasta que el segundo robot (604,
 606, 608) ya no ocupe la ubicación diana (602).

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el entorno es un espacio de almacén que contiene
 35 artículos para el cumplimiento de pedidos del cliente.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa de navegación del segundo robot hasta la
 ubicación diana (602) incluye la navegación del segundo robot (604, 606, 608) hasta la pose objetivo y la navegación
 del tercer robot hasta la primera ubicación de cola (610, 612, 614) incluye la navegación del segundo robot (604, 606,
 40 608) hasta la primera pose de cola.

4. Un sistema para poner en cola robots destinados a una ubicación diana (602), que comprende:

un sistema de gestión; y
 45 al menos el primer, segundo y tercer robot destinados
 para la ubicación diana (602);
 en donde el sistema de gestión está configurado para comunicarse con al menos el primer, segundo y tercer robot
 y:
 establecer una zona diana predefinida próxima a la ubicación diana (602); determinar si el primer robot (18, 600)
 50 ocupa la ubicación diana (602);
 si se determina que el primer robot (18, 600) ocupa la ubicación diana, determinar una prioridad para el segundo
 robot y el tercer robot en función de un orden de entrada en la ubicación diana predefinida;
 si se determina que el segundo robot tiene una primera prioridad y el tercer robot tiene una segunda prioridad,
 menor que la primera prioridad, hacer que el segundo robot navegue a una primera ubicación de cola y hacer que
 55 el tercer robot navegue a una segunda ubicación de cola;
 hacer que el tercer robot espere en la segunda ubicación de cola (610, 612, 614) hasta que el primer robot (18,
 600) ya no ocupe la ubicación diana; navegar el segundo robot (604, 606, 608) hasta la ubicación diana (602)
 después de que el primer robot (18, 600) salga de la ubicación diana;
 donde la primera ubicación de cola (610, 612, 614) se desplaza desde la ubicación diana (602) por una distancia
 60 predeterminada;
 la ubicación diana (602) está definida por una pose diana y la primera ubicación de cola (610, 612, 614) está
 definida por una primera pose de cola;
 donde el segundo robot (604, 606, 608) navega hasta la primera ubicación de cola (610, 612, 614) al navegar hasta
 la primera pose de cola;
 65 donde la segunda ubicación de cola (610, 612, 614) se desplaza desde la primera ubicación de cola (610, 612,

614) por una distancia predeterminada;

la segunda ubicación de cola (610, 612, 614) está definida por una segunda pose de cola; donde el segundo robot (604, 606, 608) navega hasta la segunda ubicación de cola (610, 612, 614) al navegar hasta la segunda pose de cola;

5 y

determinar si el primer robot (18, 600) continúa ocupando la ubicación diana (602) y si no lo hace, navegar el segundo robot (604, 606, 608) hasta la ubicación diana, navegar el tercer robot hasta la primera ubicación de cola y hacer que el tercer robot espere en la primera ubicación de cola (610, 612, 614) hasta que el segundo robot (604, 606, 608) ya no ocupe la ubicación diana (602).

10

5. El sistema de la reivindicación 4, en el que el entorno es un espacio de almacén que contiene artículos para el cumplimiento de pedidos de clientes.

6. El sistema de la reivindicación 4, en el que el sistema de gestión está configurado además para dirigir

15 el segundo robot (604, 606, 608) a la ubicación diana (602) al navegarlo a la pose diana y para dirigir el tercer robot a la primera ubicación de cola (610, 612, 614) al navegarlo a la primera pose de cola.

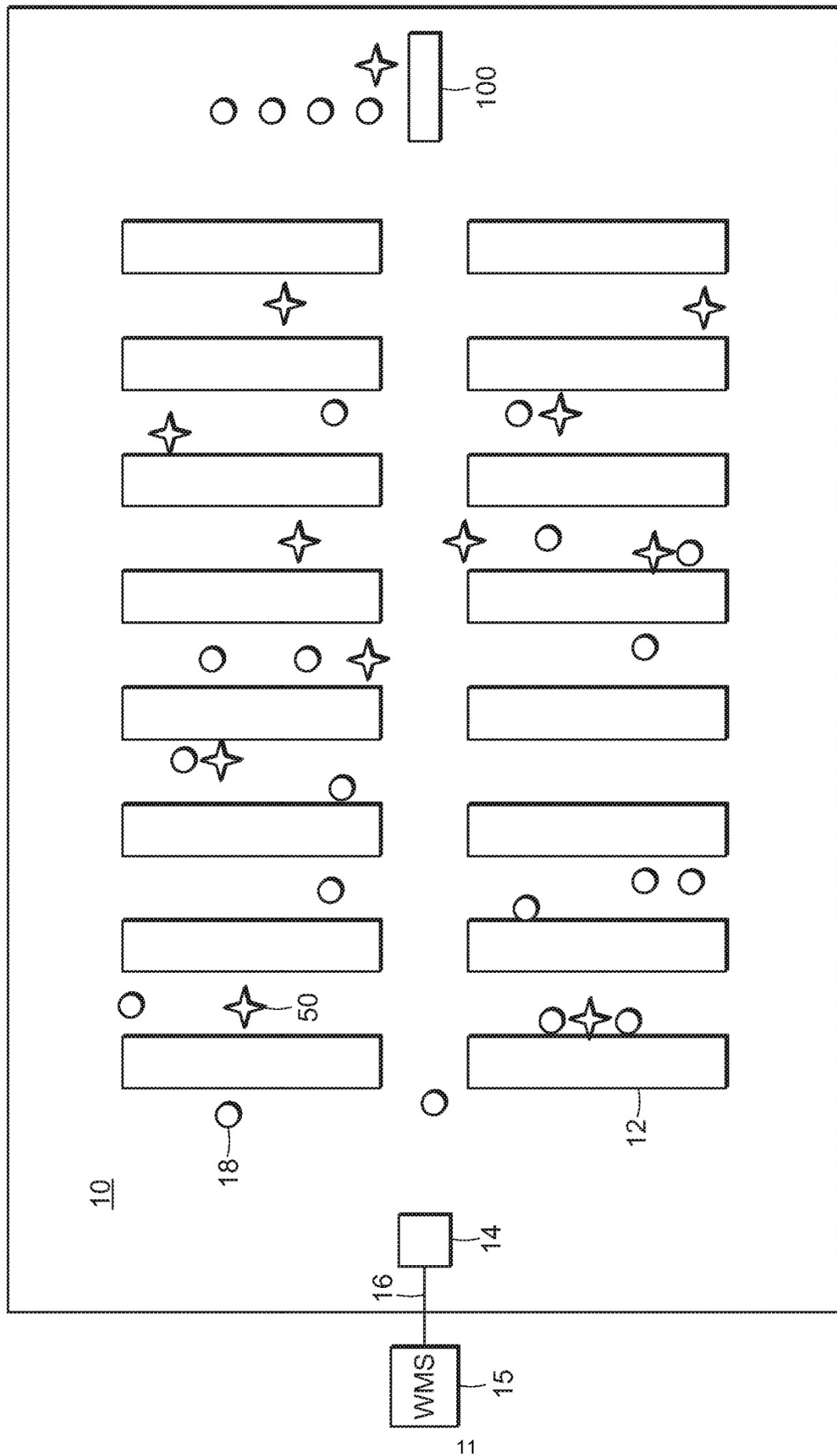


FIG. 1

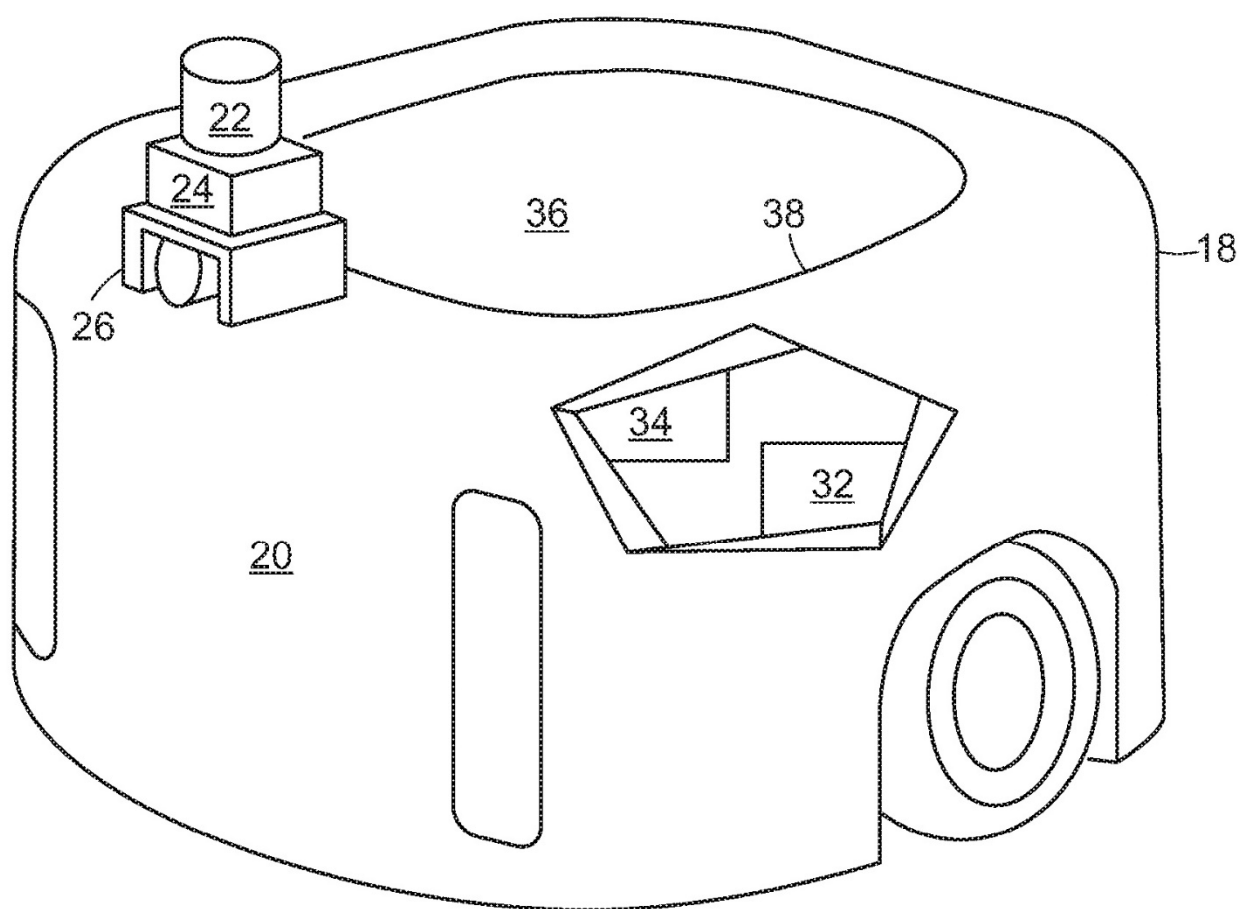


FIG. 2

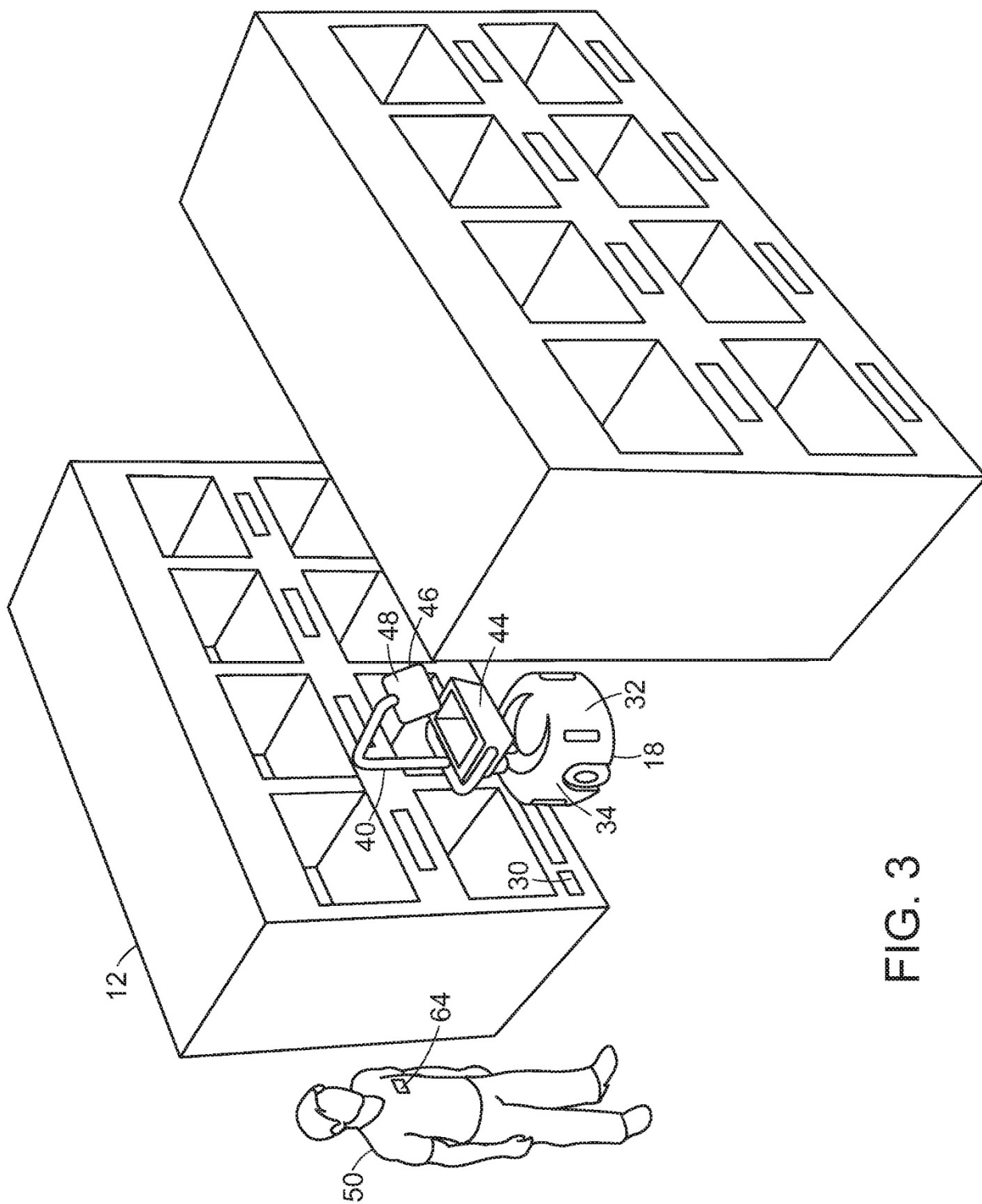
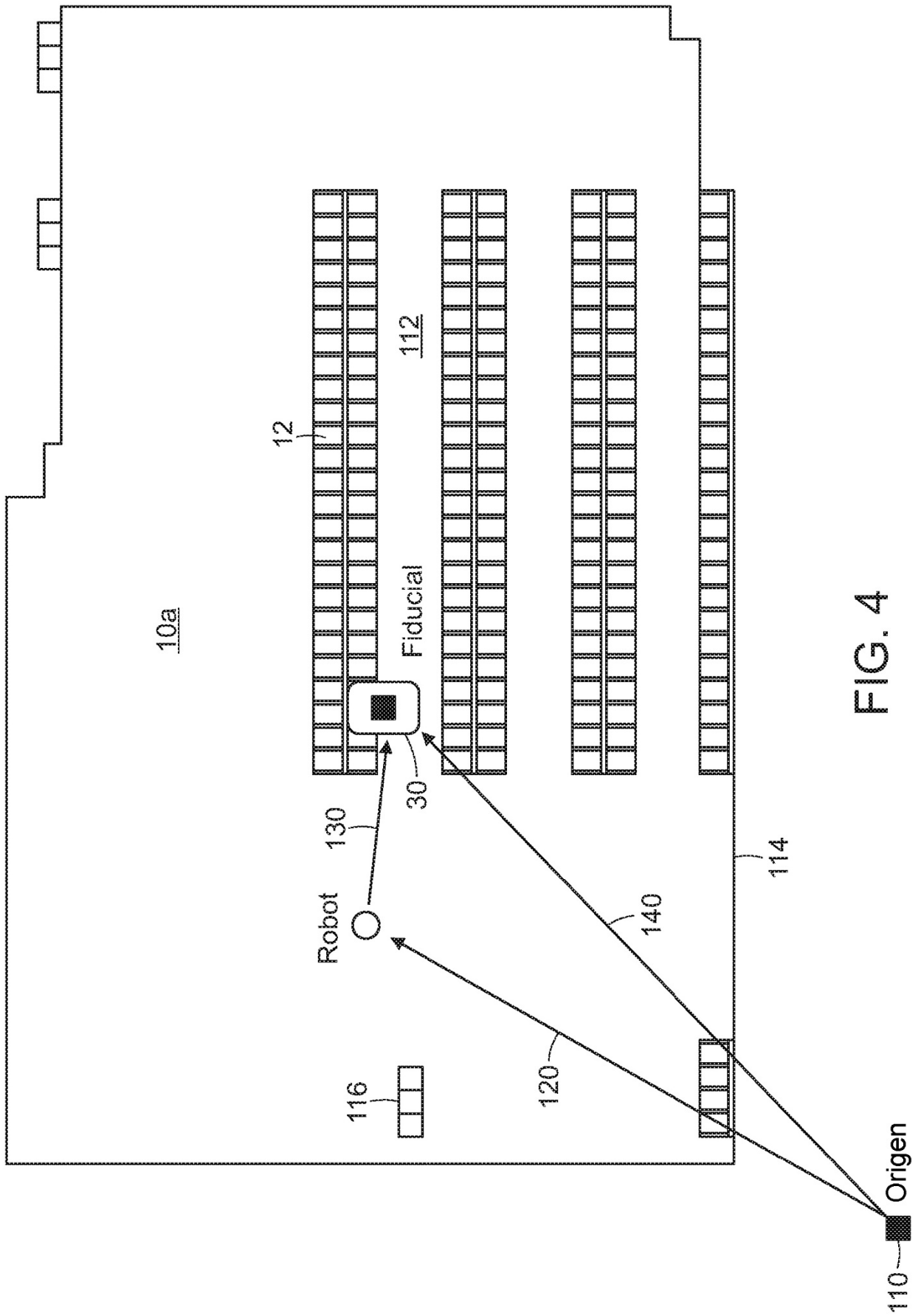


FIG. 3



200

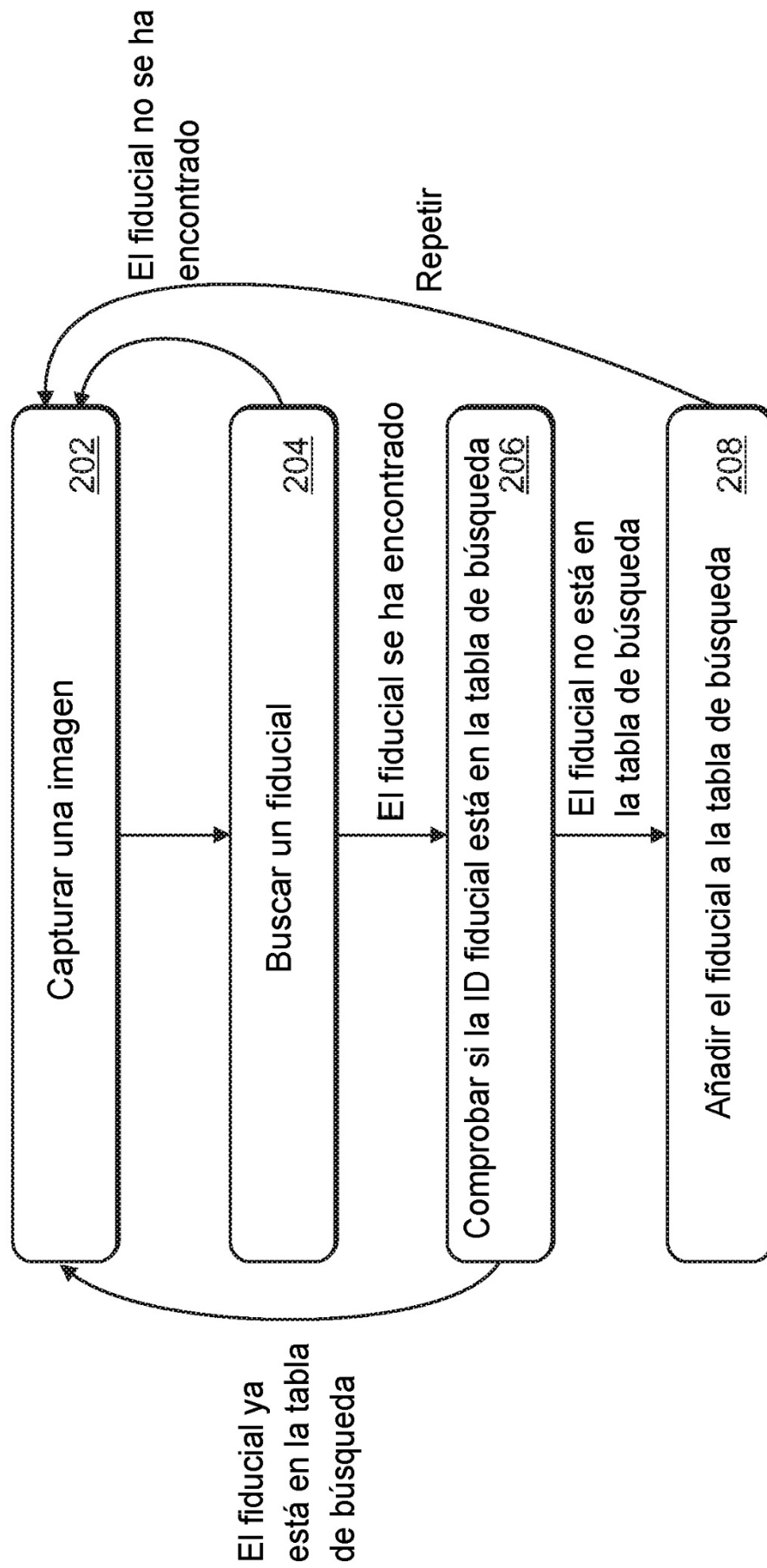


FIG. 5

300

ID Fiducial	x	y	z	cuaternión.x	cuaternión.y	cuaternión.z	cuaternión.w
1	-10,2	2,3	0	0	0	0	1
2	23,1	15,8	0	0	0	0	1
3	45,3	3,3	0	0	0	-1	0

FIG. 6

400	Ubicación	ID Fiducial	404
402a	L01001A	11	
402b	L01001B	11	
402c	L01001C	11	
402d	L01001D	11	
402e	L01001E	11	
402f	L01001F	11	
	L01002A	12	
	L01002B	12	
	L01002C	12	
	L01002D	12	
	L01002E	12	
	L01003A	13	
	L01003B	13	
	L01003C	13	
	L01003D	13	
	L01003E	13	
	L01003F	13	
	L01004A	14	
	L01004B	14	
	L01004C	14	
	L01004D	14	
	L01004E	14	
	L01005A	15	
	L01005B	15	
	L01005C	15	
	L01005D	15	
	L01005E	15	
	L01005F	15	

FIG. 7

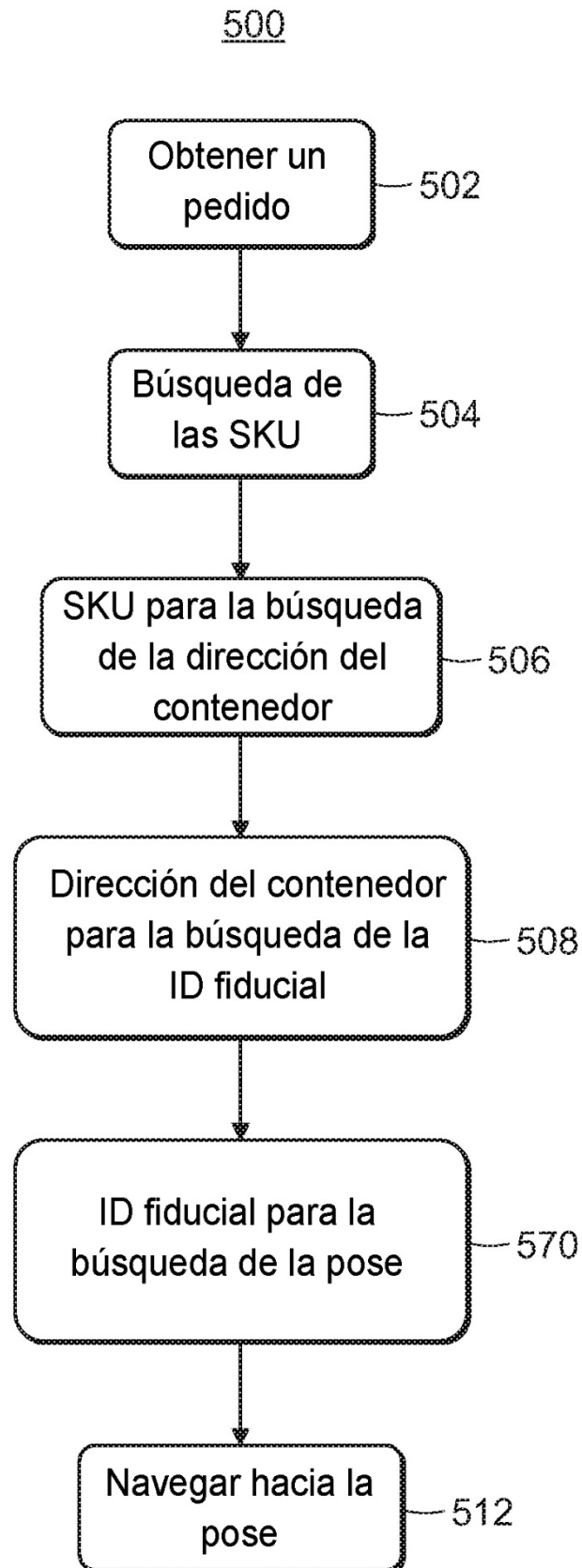


FIG. 8

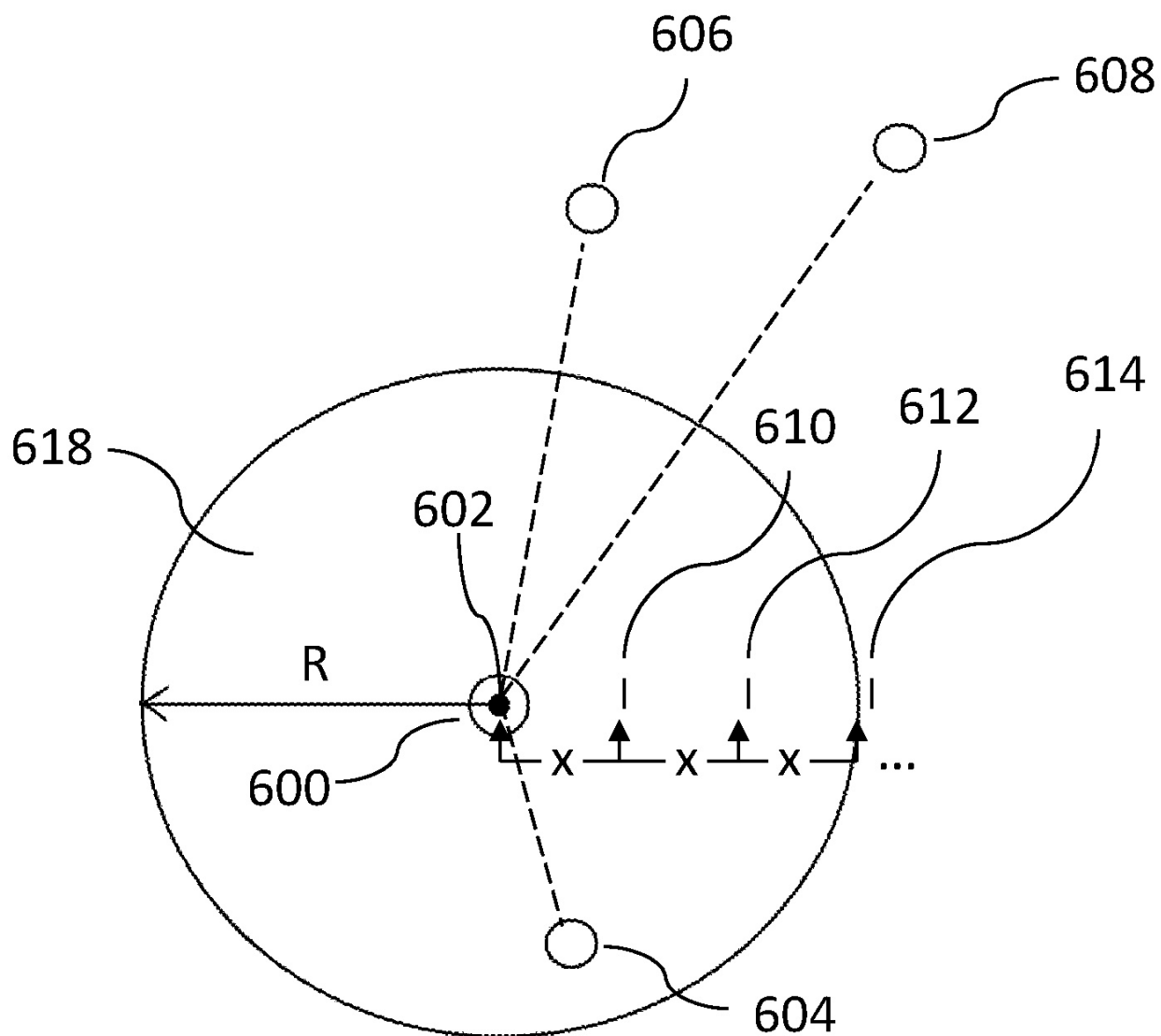


FIG. 9

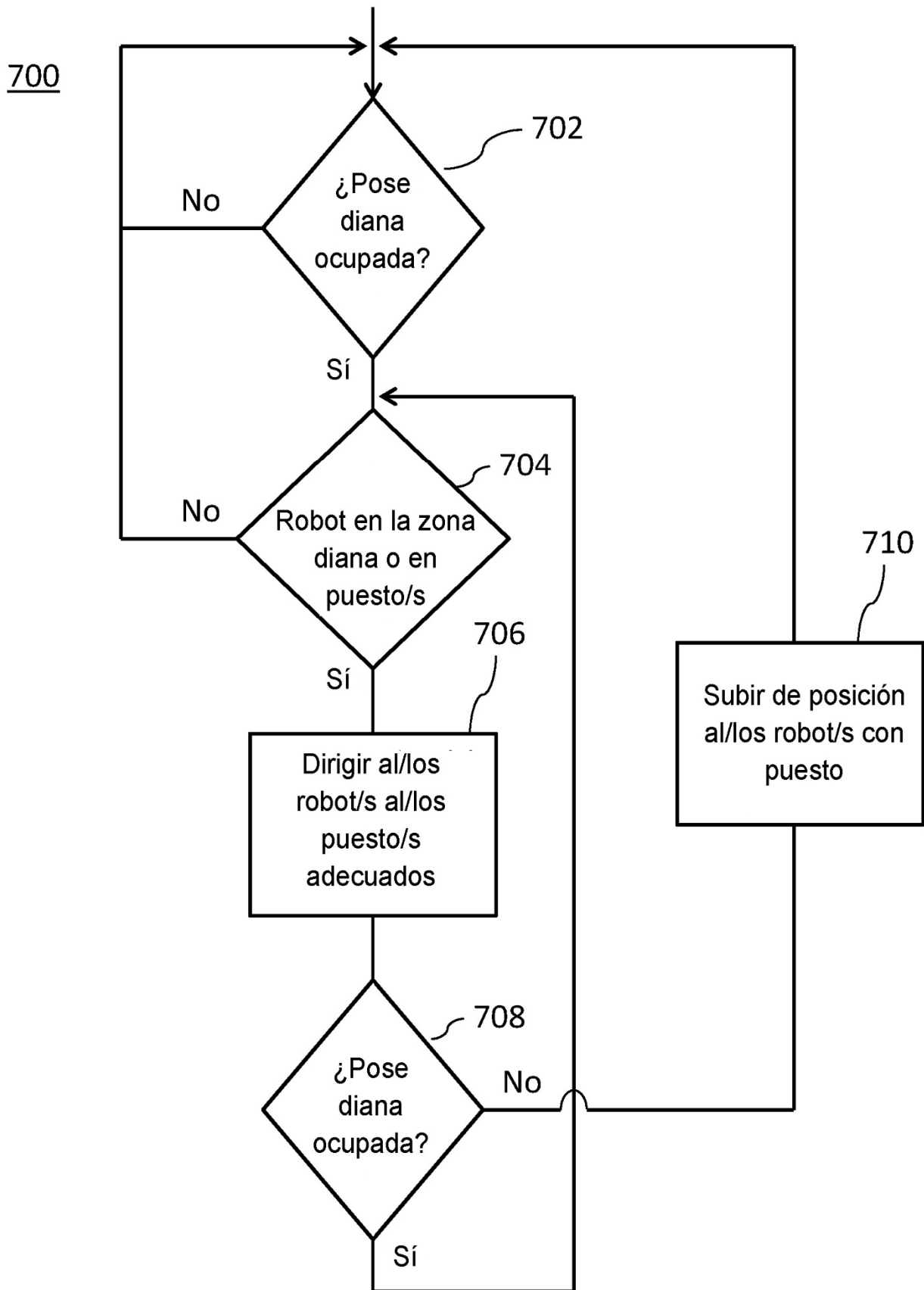


FIG. 10