(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 536 248**

(51) Int. CI.:

B25J 9/16 (2006.01)
G05B 19/418 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2011 E 11196187 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.02.2015 EP 2610036**

(54) Título: **Método para control anticolisión y la gestión de dispositivos de recogida con áreas de trabajo compartidas en una línea de empaquetado**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.05.2015

(73) Titular/es:

CAMA 1 SPA (100.0%)
Via Vittor Pisani, 12/A
20124 Milano, IT

(72) Inventor/es:

BELLANTE, DANIELE

(74) Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

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 para control anticolisión y la gestión de dispositivos de recogida con áreas de trabajo compartidas en una línea de empaquetado

Campo de aplicación

La presente invención se refiere a máquinas de empaquetado. La invención se refiere a un sistema de control anticolisión para máquinas de empaquetado que comprende una pluralidad de manipuladores o robots con áreas de trabajo compartidas.

Técnica antecedente

La técnica antecedente comprende líneas de empaquetado equipadas con dos o más dispositivos de recogida, también llamados recolectores. Dichos dispositivos o recolectores se pueden representar por ejemplo mediante robots con dos o más grados de libertad. Un robot adecuado para estas aplicaciones es por ejemplo el robot delta conocido por el documento US-A-4976582.

La tarea de dichos dispositivos de recogida es recoger artículos desde al menos un transportador de entrada y transferirlos a una localización predeterminada sobre al menos un segundo transportador de salida. Normalmente, los productos en bruto son transportados por el transportador de entrada con una disposición bien ordenada o una aleatoria, dependiendo del ciclo de producción; el transportador de salida transporta una serie de contenedores o cajas adaptados para recibir uno o más artículos cada uno.

Los dispositivos de recogida se sitúan frecuentemente por encima de los transportadores, lo que se denomina comúnmente como disposición de carga superior.

Las operaciones llevadas a cabo por un dispositivo de recogida se denominan misiones. Por consiguiente, se definen las misiones de recogida y las misiones de entrega. Una misión de recogida comprende la recogida de un artículo, o de muchos artículos según sea el caso, desde una localización o varias localizaciones del primer transportador de entrada. Una misión de entrega, comprende la entrega de un artículo o artículos (recogidos en una misión previa) en una localización deseada del segundo transportador de salida, por ejemplo al interior de un contenedor.

En la siguiente descripción, el término "robot" se usará por concisión para indicar los dispositivos de recogida. El término robot se pretende que signifique un dispositivo adecuado para la recogida y entrega de artículos.

Las misiones se controlan mediante un sistema de control. En términos básicos, el sistema de control tiene en cualquier momento un cierto número de localizaciones de recogida y un cierto número de localizaciones de entrega. Dichas localizaciones de recogida y de entrega se predeterminan o se detectan dinámicamente por ejemplo con un sistema de visión. El sistema de control recibe continuamente "solicitudes" desde los robots: por ejemplo un robot libre envía la solicitud de una misión de recogida, mientas que un robot que está sujetando un artículo, justamente tras la ejecución de una misión de recogida, envía una solicitud de entrega.

El sistema de control es sustancialmente un gestor de dichas solicitudes, y asigna las localizaciones de recogida, o localizaciones de entrega respectivas, a los robots. Los criterios para la asignación pueden incluir: recogida de todos los artículos entrantes; llenado de todas las localizaciones del segundo transportador, de acuerdo con el formato requerido, evitando huecos en la salida; reducción del tiempo de espera de los robots. Las localizaciones de recogida corresponden a las localizaciones (coordenadas) de los artículos; las localizaciones de entrega corresponden por ejemplo a espacios libres dentro de contenedores.

Cada uno de los robots funcionan en el interior de su propia área de trabajo, que corresponde a una zona del primer y segundo transportador, respectivamente, que el robot es físicamente capaz de alcanzar con su elemento de sujeción.

En la técnica anterior, los robots están separados de modo que las áreas de trabajo respectivas no tienen puntos en común. La ausencia de áreas de trabajo compartidas simplifica el control pero da como resultado algunos inconvenientes incluyendo una línea de empaquetado más larga y/o más ancha. Más aún, las áreas de trabajo normalmente son aproximadamente circulares; en otras palabras las áreas se definen por círculos con puntos en común o al menos tangentes. Dicha configuración genera áreas "oscuras" relativamente grandes alrededor de los puntos de tangencia, que no pueden ser alcanzados por ninguno de los robots.

Grandes áreas oscuras tienen un efecto negativo sobre la tasa de ocupación de los robots, debido a que un artículo libre o una localización de entrega libre, mientras pasa a través de un área oscura, no puede ser asignada a ningún robot. Cuando cada robot funciona exclusivamente en su propia área de trabajo, dicha disposición es también menos adaptativa a fluctuaciones del suministro, es decir a fluctuaciones en el número de artículos entrantes por

minuto. En dichas condiciones algunos robots de la línea están completamente ocupados o incluso sobrecargados, mientas que otros robots están infrautilizados. Este problema se sufre también durante un transitorio, por ejemplo el arranque de la línea o parada/detención de una máquina que entrega los artículos aguas arriba.

Para superar estas limitaciones, existe la necesidad de llevar a los robots a estar más próximos entre sí, llevando así a las áreas de trabajo respectivas a solaparse parcialmente entre sí y a la creación de una o más áreas de trabajo compartidas. Las áreas de trabajo compartidas se definen como zonas del primer transportador y/o del segundo transportador en donde pueden funcionar al menos dos robots diferentes. Esta realización, sin embargo, necesita un control anticolisión.

Los sistemas de control anticolisión conocidos en el campo de la robótica se han desarrollado sustancialmente con finalidades de seguridad, para evitar daños a los robots o para evitar interferencia de un robot con estructuras fijas o seres humanos en la proximidad. Básicamente, dichos sistemas anticolisión intervienen cuando una parte móvil del robot entra en un área prohibida. Dichos sistemas sin embargo no son satisfactorios para su aplicación a líneas de empaquetado, dado que no permiten la optimización del rendimiento y, particularmente, no resuelven el problema de cómo asignar las misiones de recogida o entrega. Los requisitos anteriormente mencionados, incluyendo la recogida de todos los artículos entrantes, el completado de los paquetes salientes, y el equilibrio de la carga entre los robots, requieren fijar criterios adecuados para la gestión de varios dispositivos de recogida (robots) con áreas compartidas. Esta necesidad se convierte en crecientemente exigente según el mercado requiere máquinas de empaquetado con capacidad para elevados caudales [número de artículos/minuto] y adaptables al cambio de formato.

El documento US2007/0108109 describe un método de control para líneas de producción, incluyendo un sistema, que comprende dos cintas transportadoras para líneas de entrada/salida y una pluralidad de dispositivos de recogida, en el que cada uno tiene respectivamente un área de trabajo.

La técnica anterior no proporciona una solución satisfactoria. Se prefiere aún configurar los robots con áreas de trabajo separadas o al menos áreas de trabajo tangentes. Esta es una solución simple dado que es suficiente configurar cada robot con un conjunto de coordenadas que definen su área de trabajo, sustancialmente de modo independiente de las áreas de trabajo de los otros robots. Sin embargo, padece de los inconvenientes anteriormente mencionados.

Sumario de la invención

El problema subyacente a la invención es proporcionar un algoritmo que sea utilizable para controlar dispositivos de recogida en una máquina de empaquetado del tipo considerado en este caso, siendo capaz dicho algoritmo de: i) impedir la colisión entre dispositivos de recogida en áreas de trabajo compartidas, y ii) optimizar la asignación de misiones de recogida o entrega, respectivamente, de modo que maximice la tasa de ocupación de los dispositivos de recogida y optimice el rendimiento.

El problema se resuelve con un método para el control anticolisión en una línea de empaquetado, de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta. Algunas características preferidas se describen en las reivindicaciones dependientes.

Dicho método permite redefinir dinámicamente el área de trabajo de un dispositivo de recogida genérico, en función de las misiones en progreso por otros dispositivos que comparten el área de trabajo con dicho dispositivo genérico. El área de trabajo así recalculada puede ser equivalente al área de trabajo nominal (máxima) de dicho dispositivo genérico, o puede ser más pequeña que el área de trabajo nominal, debido a la exclusión de modo temporal de una zona que está ocupada por una misión de otro dispositivo.

El método proporciona un algoritmo para la asignación de localizaciones de recogida o retirada a un dispositivo de recogida, que preferiblemente es un robot. En algunas realizaciones de la invención, un sistema de control general (también denominado gestor) que coordina los diferentes dispositivos, asigna las localizaciones (localizaciones de recogida o entrega, respectivamente); la misión relacionada se generan por parte del sistema de control local del dispositivo de recogida que recibe una localización de recogida o una localización de entrega desde el gestor.

La redefinición dinámica del área de trabajo se puede llevar a cabo por ejemplo mediante el desplazamiento de un borde del área de trabajo. En algunas realizaciones de la invención, el área de trabajo que puede ser alcanzada por un dispositivo de recogida, en un transportador específico, corresponde a una zona del mismo transportador comprendida entre un límite inferior y un límite superior. Los términos inferior y superior se refieren a la dirección de transporte, estando el límite inferior aguas abajo y estando el límite superior aguas arriba, con respecto a dicha dirección de transporte.

El algoritmo de redefinición dinámica se lleva a cabo antes de la asignación de una localización en un área compartida, y para todos los dispositivos que comparten áreas de trabajo. El método impide por lo tanto colisiones en las áreas de trabajo compartidas.

En una realización preferida, el algoritmo comprende las etapas de:

- identificación de una localización de recogida o entrega preferida, dentro del área de trabajo de un primer dispositivo de recogida genérico,
- redefinición de modo dinámico del área de trabajo de dicho primer dispositivo obteniendo un área de trabajo admisible,
- asignación de dicha localización preferida a dicho primer dispositivo, si dicha localización está comprendida en dicha área de trabajo admisible, o
- búsqueda de una nueva localización de recogida o entrega en dicha área de trabajo admisible dinámicamente redefinida, y asignación de dicha nueva localización, si existe, a dicho primer dispositivo de recogida.

Si no se puede asignar una localización de recogida o entrega, se hace que el dispositivo de recogida espere.

Una realización más preferida de la invención comprende también un segundo algoritmo que se denomina algoritmo de predicción, que da prioridad al dispositivo aguas abajo para la asignación de localizaciones de recogida o entrega disponible en áreas compartidas. El orden de los dispositivos de recogida, desde aguas arriba a aguas abajo, se define por la dirección de transporte de los artículos.

De acuerdo con dicho algoritmo de predicción, una localización disponible para un N-ésimo dispositivo genérico se asigna con prioridad a un dispositivo (N-1)-ésimo aguas abajo, siempre que sea posible, si dicha localización se halla en un área compartida accesible a ambos de dichos dispositivos de recogida N-ésimo y (N-1)-ésimo.

En una realización preferida el método comprende también un tercer algoritmo de control de posición que genera una alarma de colisión si la distancia mutua entre dispositivos de recogida, o entre un dispositivo de recogida y otro componente de la línea de empaquetado, o del mundo exterior, cae dentro de un umbral predeterminado. Dicho tercer algoritmo implementa un control de posición de seguridad; genera una alarma si un dispositivo de recogida o una parte del mismo entra en un área prohibida o si la distancia mínima entre dos dispositivos está por debajo de un umbral de seguridad. Dicho algoritmo es, sin embargo, una medida preventiva y normalmente no interviene, siendo impedida realmente la colisión por el primer algoritmo de definición dinámica de las áreas de trabajo.

Debería observarse que el método de la invención es igualmente aplicable a las localizaciones de recogida y a las localizaciones de entrega. Por lo tanto, cualquier referencia en la descripción a una localización o misión de recogida se puede aplicar igualmente a una localización o misión de entrega, y viceversa.

El método y los algoritmos relacionados se pueden implementar con un lenguaje de programación conocido, por ejemplo de acuerdo con los estándares para la programación de robots industriales. Un ejemplo de lenguaje aplicable es el lenguaje conocido DoDeSys. Se prefiere un lenguaje de programación orientado a objetos; por ejemplo, se trata un robot en el programa como una instancia de una clase que contiene el número y localización de los otros robots de la línea, y particularmente de los robots colindantes que comparten el área de trabajo. En esta forma, el programa se puede parametrizar fácilmente y puede adaptarse a diferentes líneas, por ejemplo con transportadores en paralelo, del tipo de flujo cruzado, etc. Ventajosamente, se define un único sistema de coordenadas y éste es el mismo para todos los dispositivos de recogida.

Otro aspecto de la invención consiste en una línea de empaquetado de acuerdo con la reivindicación 8 adjunta y las reivindicaciones dependientes. La línea de empaquetado comprende un sistema de control y gestión de los dispositivos de recogida, que implementa el método para anticolisión y asignación de localizaciones de recogida y entrega desde/sobre los transportadores respectivos, de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento.

Los términos de transportador de entrada o salida, respectivamente, se referirán a uno o más dispositivos de transporte lineales, por ejemplo cintas transportadoras. En algunas realizaciones los transportadores son sustancialmente paralelos, teniendo la misma dirección de transporte en una disposición concurrente, o dirección de transporte opuesta en una disposición a contracorriente. En otras realizaciones un transportador de salida es perpendicular a un transportador de entrada; dichas realizaciones se denominan realizaciones de flujo cruzado. Tanto el transportador de entrada como el transportador de salida pueden consistir físicamente en un único transportador o varios transportadores.

Los dispositivos de recogida se disponen ventajosamente por encima de los transportadores (carga superior); son preferiblemente robots industriales con al menos dos grados de libertad; más preferiblemente son robots paralelos como por ejemplo el conocido robot delta.

Los artículos pueden ser de varias clases. Una aplicación preferida consiste en su uso en líneas de empaquetado primarias o secundarias, en las que los artículos representan productos (productos en bruto o productos

empaquetados en empaquetados primarios) a ser cargados en el interior de contenedores sobre el segundo transportador.

Las ventajas de la invención comprenden: alta tasa de ocupación de los robots o dispositivos de recogida, gracias a la disposición cercana con áreas compartidas; tamaño compacto de la línea; reducción de las áreas "oscuras" fuera del alcance de los robots, con respecto a disposiciones con áreas de trabajo separadas; posibilidad de realizar una máquina compacta incluso con una disposición de flujo cruzado, es decir con la dirección de salida perpendicular a la dirección de suministro.

El algoritmo de predicción tiene la ventaja de mejorar adicionalmente la eficiencia del vaciado del transportador de entrada y llenado del transportador de salida, o de los contenedores transportados por dicho transportador de salida; más aún, reduce los tiempos de espera de los dispositivos de recogida a la espera de asignación de una nueva localización de recogida o entrega. Dichas ventajas se derivan del hecho de que hay normalmente disponibles más localizaciones útiles para un dispositivo aguas arriba, debido a que la densidad de artículos (o de localizaciones de entrega, respectivamente) es la máxima. El número de localizaciones disponibles, en otras palabras, tiende a disminuir desde aguas arriba a aguas abajo, cuando los artículos pasan desde el primer transportador al segundo transportador o en los contenedores respectivos. La prioridad dada a los dispositivos aguas abajo, por lo tanto, mejora el equilibrado de la carga de trabajo.

Dichas ventajas se convertirán incluso en más claras con la ayuda de la descripción a continuación y de las figuras, que representan un ejemplo indicativo y no limitativo.

Breve descripción de las figuras

La Fig. 1 es un diagrama de una línea de empaquetado con robots que tienen áreas de trabajo compartidas, en la que se puede aplicar la invención.

La Fig. 2 es un detalle de un transportador de la línea de la Fig. 1, para mostrar esquemáticamente el principio de reasignación dinámica del área de trabajo de los robots.

La Fig. 3 proporciona otro ejemplo de una línea de empaquetado, del tipo de flujo cruzado, a la que se puede aplicar la invención.

Las Figs. 4, 5 y 6, son diagramas de flujo de algoritmos que pueden usarse para realizar la invención, de acuerdo con una realización preferida.

Descripción detallada de la invención

La Fig. 1 es un esquema de una línea de empaquetado, en particular una línea robotizada para la carga de artículos 10 dentro de contenedores 11.

La línea comprende un transportador 1 para los artículos 10 y un transportador 2 para el transporte de los contenedores 11. En el ejemplo hay una cinta transportadora para los artículos con dos cintas laterales que transportan los contenedores 11. Los dispositivos de recogida se representan por robots paralelos 31, 32, 33 montados por encima de la línea en una disposición de carga superior, aunque son posibles otras disposiciones. Los círculos 41, 42, 43 muestran las delimitaciones de las áreas de trabajo 51, 52, 53 respectivas. Por ejemplo el robot 31 puede recoger o depositar un artículo dentro del área circular 51 definida por dicho círculo 41.

Los robots comparten áreas de trabajo 54, 55. El área de trabajo 54 se comparte entre los robots 31 y 32, mientras que el área de trabajo 55 se comparte entre los robots 32 y 33.

Los robots están equipados cada uno con un actuador final, por ejemplo un manipulador, con elementos de sujeción, por ejemplo, ventosas de vacío, de acuerdo con una técnica conocida que no es esencial para las finalidades de la presente invención. Cada uno de los robots puede ejecutar una misión de recogida, que es la recogida de uno o más artículos 10 desde el transportador 1, o una misión de entrega, que es la entrega de artículos (previamente recogidos) al interior de uno de los contenedores 11 sobre el transportador 2. El número y disposición de los artículos en el interior de los contenedores 11 define el formato.

Los transportadores 1, 2 tienen una dirección de transporte A que en el ejemplo es la misma, y define un lado de suministro 6 y un lado de salida 7 opuesto. La línea recibe los artículos 10 y los contenedores 11 desde el lado 6. Dichos artículos pueden estar ordenados o dispuestos aleatoriamente sobre el transportador 1; los contenedores por ejemplo llegan desde una sección de formación de cajas y tienen normalmente un paso predeterminado (distancia entre ellos). La línea libera los contenedores 11 desde el lado de salida 7, siendo llenado cada contenedor con uno o más artículos 10, tal como se muestra, de acuerdo con el formato.

Una línea de acuerdo con la invención es normalmente parte de una planta de empaquetado. Los artículos 10 llegan desde una máquina aguas arriba, por ejemplo una máquina de empaquetado o máquina de envoltura, etc.; su disposición en una forma ordenada o no depende del proceso aguas arriba. Los contenedores vacíos llegan desde una sección de formación de cajas; los contenedores llenos que salen en el lado 7 de salida se envían por ejemplo a una sección de cierre. La línea representada en las figuras puede ser también una máquina de carga independiente, también denominada isla de carga.

La dirección de transporte A define un orden aguas arriba - aguas abajo, desde el lado 6 (aguas arriba) hacia el lado 7 (aguas abajo). En la figura, por ejemplo el robot 32 está aguas arriba del robot 31, y aguas abajo del robot 33.

Los artículos 10 representan los puntos de recogida para los robots 31 - 33. La posición de los artículos 10 sobre el transportador 1 y, si es apropiado, su orientación espacial y/o su tipo, pueden detectarse mediante un sistema de visión conocido. Cada uno de los contenedores 11 define al menos una localización de entrega (o varias localizaciones, de acuerdo con el formato).

La línea comprende un sistema de control para los robots 31 - 33 que actúa como un gestor de las misiones de los robots. El sistema de control almacena una lista (por ejemplo en una pila) de localizaciones de los artículos 10 y contenedores 11 (y número de artículos ya cargados en cada contenedor), y asigna continuamente localizaciones de recogida y localizaciones de entrega a dichos robots 31 - 33. Tan pronto como un robot recibe una localización de recogida o una localización de entrega desde el sistema de control, el robot genera y ejecuta la misión relacionada.

Para gestionar las misiones en las áreas compartidas 54, 55, dicho sistema de control opera con un algoritmo que, antes de asignar a un robot una localización en un área compartida, permite redefinir dinámicamente el área que es actualmente admisible para dicho robot, dejando fuera partes del área de trabajo compartida en donde está en progreso una misión de otro robot, o ya ha sido asignada.

Por ejemplo, se considera ahora la asignación de una localización de recogida o entrega al robot 32 en el área de trabajo 54, que está compartida con el robot contiguo 31. El algoritmo comprende las siguientes etapas:

a) prueba sobre la existencia de una misión asignada al robot 31 en una localización en el área de trabajo 54, y en caso afirmativo redefinición de modo dinámico del área de trabajo de dicho robot 32 obteniendo una nueva área de trabajo accesible a dicho robot 32 y que no contiene la localización ya asignada al robot 31,

b) si es necesario, repetición de dicha prueba de existencia, para cada robot de la línea con área de trabajo compartida, en el ejemplo los robots 31 y 33 que comparten ambos una parte del área de trabajo con el robot 32, obteniendo un área de trabajo redefinida dinámicamente del robot 32,

c) asignación de una nueva localización de recogida o entrega, respectivamente, para dicho robot 32, en una posición que pertenece a dicha nueva y dinámicamente redefinida área de trabajo.

Si no se puede asignar ninguna localización de acuerdo con el punto c), el robot 32 permanece momentáneamente en una situación de espera hasta que el sistema de control sea capaz de asignarle una localización. Cuando se puede asignar una localización (de recogida o entrega) al robot 32, el algoritmo se repite si es necesario.

Dicha área de trabajo accesible puede ser idéntica al área de trabajo nominal, si no está en progreso ninguna misión en el área compartida. En caso contrario, el área definida como área accesible puede ser más pequeña que el área 52 que puede ser alcanzada normalmente por el robot 32, en particular dejando fuera al menos una parte de la parte compartida 54 y/o 55 que está temporalmente ocupada por robot 31 o 33.

Como se ha mencionado anteriormente, el modelizado de los robots con una clase que incluye la lista de los robots colindantes en riesgo de colisión hace más fácil llevar a cabo el algoritmo. Realmente, cuando un robot envía una solicitud al sistema de control (gestor), dicho sistema puede aplicar el algoritmo específicamente a los robots próximos al robot que envía la solicitud. Los detalles de programación así como la elección del lenguaje, etc. no son en ningún caso necesarios para las finalidades de la descripción de la invención, y cae dentro de las tareas del experto en la técnica.

La Fig. 2 ejemplifica la redefinición dinámica de área de trabajo por medio de dicho algoritmo, en una realización preferida y con referencia a una parte de un transportador 2. Sin embargo, el mismo ejemplo puede referirse a las misiones de recogida desde el transportador 1.

Dicha Fig. 2 muestra las áreas de trabajo nominales 51, 52 de los robots 31 y 32, respectivamente. Dichas áreas se definen por delimitaciones que, por razones de simplicidad, se representan como líneas 60 a 64. Las líneas 60 y 63 son, respectivamente, el límite inferior y el límite superior que puede alcanzarse por el robot 31; las líneas 61 y 64 indican el límite inferior y el límite superior que puede alcanzarse por el robot 32. Las líneas 61 y 63 son las delimitaciones del área de trabajo compartida.

El sistema de control calcula una localización de entrega óptima P_1 en el área de trabajo 52, a ser asignada al robot 32. Los criterios para el cálculo de dicha localización óptima P_1 pueden variar (por ejemplo en base a reglas que afectan a la distribución de la carga entre los robots) y no son esenciales para la invención. Dado que el punto P_1 se sitúa en el área compartida con el robot 31, el algoritmo comprueba el estado de dicho robot 31. En el ejemplo se supone que está en progreso una misión de entrega del robot 31 en un punto P_2. En consecuencia el algoritmo redefine el área de trabajo 52 del robot 32, desplazando la delimitación inferior desde el límite 61 a una nueva delimitación 62, y obteniendo una nueva área de trabajo 52* dinámicamente redefinida. En el ejemplo dicha nueva área 52* es más pequeña que el área nominal 52, de modo que excluye el punto de entrega P_2 asignado al robot 31. En otras palabras dicho punto P_2 está fuera del área 52* dinámicamente asignada al robot 32.

En este punto el algoritmo busca una nueva localización de entrega P_3 para el robot 32, preferiblemente barriendo las localizaciones disponibles desde aguas abajo a aguas arriba (en una dirección opuesta a la dirección A) con relación a la localización óptima P_1 anteriormente calculada. Dicha localización P_3 puede estar en la parte restante del área compartida, o en otro punto genérico del área 52*. Si existe al menos una localización P_3, que pueda asignarse al robot 32, el gestor asigna dicha localización P_3 al robot 32; en caso contrario se deja el robot 32 en un estado de espera.

Puede entenderse que el algoritmo busca básicamente asignar a un robot (en el ejemplo el robot 32) la localización disponible más aguas abajo, con respecto a la dirección A de transporte, desde una localización óptima y en una forma compatible con las tareas de los robots vecinos, para evitar la colisión.

Las delimitaciones 61-64 se han ejemplificado en la Fig. 2 mediante líneas, pero pueden ser entidades más complejas, por ejemplo líneas curvas o superficies en un plano o en el espacio.

Una realización preferida comprende también un segundo algoritmo denominado algoritmo de predicción. El algoritmo de predicción da sustancialmente prioridad a los robots que se localizan aguas abajo con respecto a la transferencia. Por ejemplo, una localización de recogida o localización de entrega en el área 54, que está compartida entre los robots 31 y 32, se asigna con prioridad al robot 31 aguas abajo en lugar de al robot 32 aguas arriba, si es posible.

Dicho algoritmo de predicción comprende preferiblemente las siguientes etapas:

a) identificación de una primera localización asignable a un primer dispositivo de recogida genérico, por ejemplo el robot 32, estando dicha misión en el área de trabajo 54 compartida con otros robots aguas abajo, en el ejemplo del robot 31;

b) verificación de si dicha localización se puede asignar al robot 31 aguas abajo, es decir si dicho robot 31 está disponible para llevar a cabo la misión respectiva, y

c) si dicha verificación es positiva, asignación de dicha localización a dicho robot 31 aguas abajo.

En la etapa b) indicada anteriormente, la misión puede asignarse al robot 31 si dicho robot está libre o si dicho robot 31 está llevando a cabo una misión complementaria. Por ejemplo, una misión de entrega genérica M se considera asignable al robot 31 si dicho robot está llevando a cabo una misión de recogida, debido a que una vez que se complete la misión de recogida, naturalmente el robot tendrá que entregar el artículo.

En este ejemplo, la etapa de predicción permite que la localización de entrega se asigne al robot 31 que, por lo tanto, disfruta de prioridad sobre el robot aguas arriba 32. Después de la predicción, la asignación de la localización de entrega al robot 32 tendrá en cuenta la limitación que se deriva de la localización asignada por adelantado al robot 31. Por ejemplo, el área de trabajo de dicho robot 32 se recalculará dinámicamente como se ha explicado anteriormente.

Dicho algoritmo de predicción tiene sustancialmente dos ventajas:

- impedir que un robot aguas arriba, en el ejemplo el robot 32, ocupe la localización que pueda asignarse a un robot aguas abajo, en este caso el robot 31, en el caso de que las localizaciones coincidan, y también

- impedir que un robot aguas abajo tenga que esperar al final de una misión de un robot aguas arriba, antes de ser capaz de entregar en un área de colisión.

La Fig. 3 muestra una disposición alternativa de los transportadores del tipo de flujo cruzado, en la que el transportador 2 se dispone a 90 grados con relación a la dirección del transportador 1. Las direcciones de transporte se indican con los símbolos A1, A2. Se debería tomar nota de que el orden aguas arriba - aguas abajo puede depender del transportador de referencia, por ejemplo en la Fig. 3 el robot 32 se localiza aguas abajo del robot 33 en la dirección A1 de transporte de los artículos, pero el mismo robot 32 está aguas arriba del robot 33 de acuerdo con la dirección A2 de transporte de los contenedores.

En una realización particularmente preferida, el sistema de control implementa tres reglas en cascada. Dichas reglas se definen como: 1) control de posición; 2) límites dinámicos; 3) predicción. La regla de control de posición es sustancialmente un control de seguridad que genera una alarma anticolisión; las reglas 2) y 3) implementan respectivamente en una forma preferida el primer y el segundo algoritmos que se han descrito anteriormente.

Un ejemplo preferido de dichas reglas se describe ahora con referencia a los diagramas de flujo de las Figs. 4-6.

Regla 1 - control de posición

La regla se implementa ventajosamente de acuerdo con el diagrama de flujo de la Fig. 4. La regla comprende las siguientes etapas.

Bloque 100: fijación de una distancia mínima entre los robots.

Bloque 101: actualización de la localización de los robots 31 - 33.

Bloque 102: comprobación de que la distancia mínima se respeta. Dicha comprobación puede realizarse en una forma tal como:

distancia (A, B) < X O distancia (B, C) < X O …

en la que A, B, … denotan las localizaciones de los robots; la función *distancia* (A, B) devuelve una distancia entre dos localizaciones y X indica una distancia mínima de umbral.

De acuerdo con el resultado de la comprobación 102, el flujo del programa determina la condición de la alarma de colisión ACTIVA (bloque 103) o alarma de colisión INACTIVA (bloque 104). La comprobación se repite continuamente tal como se indica por la línea 105.

Regla 2 - límites dinámicos

La regla se implementa de acuerdo con el diagrama de flujo de la Fig. 5.

El bloque 200 indica la determinación de una localización de recogida o entrega óptimas para un robot N-ésimo genérico de acuerdo con el orden desde aguas abajo hacia aguas arriba, tal como la localización P_1 de la Fig. 2. Los bloques 201, 202, 203 comprueban respectivamente:

- si hay un robot aguas abajo (bloque 201),
- si dicho robot tiene una misión en progreso (bloque 202), y
- si la localización de trabajo respectiva está en el área compartida (bloque 203).

Si al menos una de las tres pruebas anteriores es negativa, la ejecución pasa al bloque 205 que mantiene la delimitación del área de trabajo del robot N-ésimo sin cambiar. Si, por otro lado, las tres pruebas son positivas, el algoritmo (bloque 204) redefine el límite de trabajo inferior del robot.

Se repite una prueba similar para un posible robot aguas arriba, tal como se indica por las bloques 206, 207 208. El resultado positivo de las pruebas conduce al algoritmo (bloque 209) a redefinir la delimitación de trabajo superior del robot, en caso contrario (bloque 210) permanecen sin cambiar.

El bloque 211 indica la selección positiva de otra localización de recogida o entrega (P_3 en la Fig. 2), yendo aguas arriba y comenzando desde la localización inicial P_1. Dicho bloque 211 se ejecuta después del bloque 209 o después del bloque 210.

Regla 3 - Predicción

La regla se implementa preferiblemente de acuerdo con el diagrama de flujo de la Fig. 6. Dicha regla tiene esencialmente la finalidad de predecir la ocupación de un robot aguas abajo y dará prioridad a dicho robot para la asignación de una localización disponible.

El gráfico de la Fig. 6 como un ejemplo se refiere a la asignación de una localización de entrega. El bloque 300 indica la determinación de una localización de recogida o entrega óptima P_X para un robot N-ésimo genérico.

La prueba en el bloque 301 verifica si, en la línea, hay un robot aguas abajo de dicho robot N-ésimo. Si no hay un robot aguas abajo, el procesamiento se traslada a la regla Nº 2 de la Fig. 5, tal como se indica esquemáticamente por el bloque 304. Dicho bloque 304 indica el procesamiento de acuerdo con un diagrama de flujo de la Fig. 5.

En caso de que exista un robot (N-1)-ésimo aguas abajo de dicho robot N-ésimo, el procesamiento se traslada a los bloques de prueba 302 y 303 que verifican, respectivamente, si dicho robot N-ésimo tiene una misión de entrega en progreso o si ha llevado a cabo al menos una solicitud de entrega.

Con referencia a la Fig. 1, por ejemplo, se supone que el robot N-ésimo es el robot 32. En consecuencia, hay un robot (N-1)-ésimo más lejos aguas abajo, representado por un robot 31, es decir la prueba 301 da un resultado positivo.

Los bloques 302 y 303 verifican el estado de ocupación del robot 31. Si ambos tienen un resultado negativo, la localización P_X anteriormente calculada con relación al robot 32 (bloque 300) podría estar en colisión con la localización que pueda asignarse posteriormente al robot 31. Realmente, dicho robot 31 está libre o está ocupado en una misión de recogida. Por lo tanto, el robot 31 está disponible para llevar a cabo una misión de entrega inmediatamente después de la recogida.

El algoritmo "reserva" la asignación de la localización de entrega del robot 31 (bloque 305), es decir antes de recibir la "solicitud" relativa desde el robot, haciendo así una "predicción" del trabajo de dicho robot 31. Tras la predicción, la asignación de la localización de entrega al robot 32 aguas arriba (bloque 304) tendrá en cuenta la limitación representada por dicha localización P_X asignada por adelantado al robot 31.

En otras palabras, el orden en que se llevan a cabo las instrucciones del algoritmo de predicción es como sigue. Sean R_A y R_B dos robots en que R_B se sitúa aguas abajo de R_A. Supongamos que el robot R_A solicita una localización para entregar un artículo. Dado que el robot R_B se dispone aguas abajo de R_A, se calcula la localización de entrega para el robot R_B (con la limitación consecuente del área compartida) y a continuación se calcula la localización de entrega del robot R_A, que se localizará en el área libre.

El algoritmo de predicción funciona en una forma totalmente análoga a la asignación de una localización de recogida en lugar de una localización de entrega.

REIVINDICACIONES

1. Método para el control anticolisión y la asignación de misiones a dispositivos de recogida de una línea de empaquetado, comprendiendo dicha línea:

- al menos un primer transportador lineal (1) para la entrada de artículos,
- al menos un segundo transportador lineal (2) para la salida de artículos,
- una pluralidad de dispositivos de recogida (31-33), estando adaptado cada uno de dichos dispositivos para realizar misiones para la recogida de artículos (10) desde dicho primer transportador y misiones para la entrega de artículos en localizaciones predeterminadas sobre dicho segundo transportador o dentro de contenedores (11) transportados por dicho segundo transportador,
- teniendo cada uno de los dispositivos de recogida un área de trabajo (51-53) respectiva que comprende una zona del primer transportador y una zona del segundo transportador accesibles al dispositivo de recogida respectivo,
- estando dispuestos los dispositivos de recogida para operar con áreas de trabajo compartidas (54, 55), de modo que hay al menos una zona del primer y/o segundo transportador que pertenecen a las áreas de trabajo de al menos dos dispositivos de recogida,

y también:

- teniendo dicho transportador (1) de entrada y dicho transportador (2) de salida una extensión sustancialmente lineal a lo largo de una dirección respectiva, y teniendo una orientación definida por una dirección de transporte (A), definiendo de ese modo una dirección orientada aguas arriba - aguas abajo;
- siendo identificables los dispositivos de recogida y las localizaciones de agarre o recogida respectivas sobre dichos transportadores por el sistema de control tal como se organiza de acuerdo con dicha dirección orientada, estando el método **caracterizado por que** comprende un algoritmo para la asignación de una localización de recogida o una localización de entrega a un primer dispositivo de recogida genérico (32), comprendiendo dicho algoritmo al menos las siguientes etapas:

a) verificación de la existencia de una localización de recogida o de entrega ya asignada a un segundo dispositivo de recogida (31, 33) genérico y comprendida en un área de trabajo compartida entre dicho segundo dispositivo de recogida y dicho primer dispositivo de recogida, y en caso afirmativo redefinición dinámicamente del área de trabajo de dicho primer dispositivo (32) obteniendo una nueva área de trabajo (52*) accesible a dicho primer dispositivo, de modo que dicha localización asignada a dicho segundo dispositivo esté fuera de dicha nueva y redefinida área de trabajo (52*),
b) repetición de dicha verificación para cada dispositivo de recogida (31, 33) que comparte un área de trabajo con dicho primer dispositivo (32), obteniendo un área de trabajo accesible, dinámicamente redefinida para dicho primer dispositivo,
c) asignación a dicho primer dispositivo (32) de una localización de recogida o entrega respectiva que pertenece a dicha área de trabajo accesible, si hay al menos una localización de recogida o localización de entrega en dicha área que pueda asignarse a dicho primer dispositivo (32).

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho algoritmo también comprende las etapas de:

- identificación de una localización preferida (P_1) de recogida o entrega, en el interior del área de trabajo de dicho primer dispositivo de recogida (32) genérico,
- redefinición dinámicamente del área de trabajo de dicho primer dispositivo de acuerdo con al menos dichas etapas a) y b) obteniendo un área de trabajo accesible (52*),

y a continuación:

- asignación de dicha localización preferida (P_1) de recogida o entrega a dicho primer dispositivo, si dicha localización está incluida en dicha área de trabajo accesible,

o

- búsqueda de una nueva localización disponible (P_3) de recogida o entrega en el interior de dicha área de trabajo accesible, y asignación de dicha nueva localización, si existe, a dicho primer dispositivo de recogida.

3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el algoritmo busca una nueva localización de recogida o localización de entrega asignando a dicho primer dispositivo de recogida la localización más alejada aguas abajo entre aquellas disponibles en dicha área accesible.

4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el algoritmo busca una nueva localización de recogida o localización de entrega comenzando desde dicha localización preferida y barriendo otras localizaciones disponibles

mediante el avance en la dirección aguas arriba tal como se define por el transportador respectivo (1 o 2).

5. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, **caracterizado por que** también comprende un algoritmo (300-305) para dar prioridad a la asignación de localizaciones de recogida o entrega a los dispositivos de recogida aguas abajo, operando dicho algoritmo de modo que una localización de recogida o entrega, en un área compartida genérica, se asigna con prioridad al dispositivo de recogida que este más lejos aguas abajo entre los dispositivos que tengan acceso a dicha área compartida.

6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, comprendiendo dicho algoritmo para la prioridad de asignación las etapas de:

- identificación (300) de una localización de recogida o de entrega preferida para un primer dispositivo de recogida (32) genérico;
- verificación de la existencia (301) y del estado de ocupación (302, 303) de al menos un segundo dispositivo de recogida (31) que se sitúa aguas abajo de dicho primer dispositivo (32) y que comparte un área de trabajo (54) con dicho primer dispositivo;
- asignación (305) de dicha localización preferida a dicho segundo dispositivo, si es compatible con el estado de ocupación del mismo verificado anteriormente, y a continuación redefinición dinámicamente del área de trabajo accesible para el primer dispositivo (32) aguas arriba.

7. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones previas, que comprende también un algoritmo de control de posición (100-104) que genera una alarma de colisión si la distancia entre uno cualquiera de los dispositivos de recogida y los otros dispositivos de recogida, u otros componentes de la línea de empaquetado, cae por debajo de un valor de umbral predeterminado.

8. Una línea de empaquetado, que comprende

- al menos un primer transportador lineal (1) para la entrada de artículos,
- al menos un segundo transportador lineal (2) para la salida de artículos,
- una pluralidad de dispositivos de recogida (31-33), estando adaptado cada uno de dichos dispositivos para llevar a cabo misiones para la recogida de artículos (10) desde dicho primer transportador y misiones de entrega para la entrega de artículos en localizaciones predeterminadas sobre dicho segundo transportador o dentro de contenedores (11) transportados por dicho segundo transportador,
- un sistema para el control anticolisión y para la asignación de misiones a dichos dispositivos de recogida,
- teniendo cada uno de los dispositivos de recogida un área de trabajo (51-53) respectiva que comprende una zona del primer transportador y una zona del segundo transportador accesibles al dispositivo de recogida respectivo,
- estando dispuestos los dispositivos de recogida para operar con áreas de trabajo compartidas (54, 55),

y en la que:

- dicho transportador de entrada y dicho transportador de salida tienen una extensión sustancialmente lineal a lo largo de una dirección respectiva, y teniendo una orientación definida por la dirección de transporte, que define una dirección orientada aguas arriba-aguas abajo;
- siendo identificados los dispositivos de recogida y las localizaciones de agarre y recogida respectivas sobre dichos transportadores por el sistema de control tal como se dispone de acuerdo con dicha dirección orientada,

configurado para estar **caracterizado por que** dicho sistema de control incluye un algoritmo de asignación de una localización de recogida o una localización de entrega a un primer dispositivo de recogida genérico (32), a través de al menos las siguientes etapas:

a) verificación de la existencia de una localización de recogida o de agarre ya asignada a un segundo dispositivo de recogida (31, 33) genérico y comprendida en un área de trabajo compartida entre dicho segundo dispositivo de recogida y dicho primer dispositivo de recogida, y en caso afirmativo redefinición dinámicamente del área de trabajo de dicho primer dispositivo (32) obteniendo una nueva área de trabajo (52*) accesible a dicho primer dispositivo, de modo que dicha localización de agarre o recogida asignada a dicho segundo dispositivo esté fuera de dicha nueva área de trabajo redefinida,
b) repetición de dicha verificación para cada dispositivo de recogida (31, 33) que tiene un área de trabajo compartida con dicho primer dispositivo (32), obteniendo un área de trabajo accesible, a dicho primer dispositivo dinámicamente redefinida,
c) asignación de una localización de recogida o entrega respectiva que pertenece a dicha área de trabajo accesible para dicho primer dispositivo (32), si hay al menos una localización de recogida o localización de entrega en dicha área que pueda asignarse a dicho primer dispositivo.

9. Una línea de empaquetado de acuerdo con la reivindicación 8, en la que dicho transportador de entrada y dicho transportador de salida son sustancialmente paralelos, con la misma dirección de transporte en concurrencia, o con

una dirección de transporte opuesta en contracorriente.

10. Una línea de empaquetado de acuerdo con la reivindicación 8, en la que dicho transportador de entrada y dicho transportador de salida tienen una dirección sustancialmente perpendicular, con una dirección de transporte en flujo cruzado.

11. Una línea de empaquetado de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10, siendo dichos dispositivos de recogida robots con al menos dos grados de libertad, y preferiblemente robots delta.

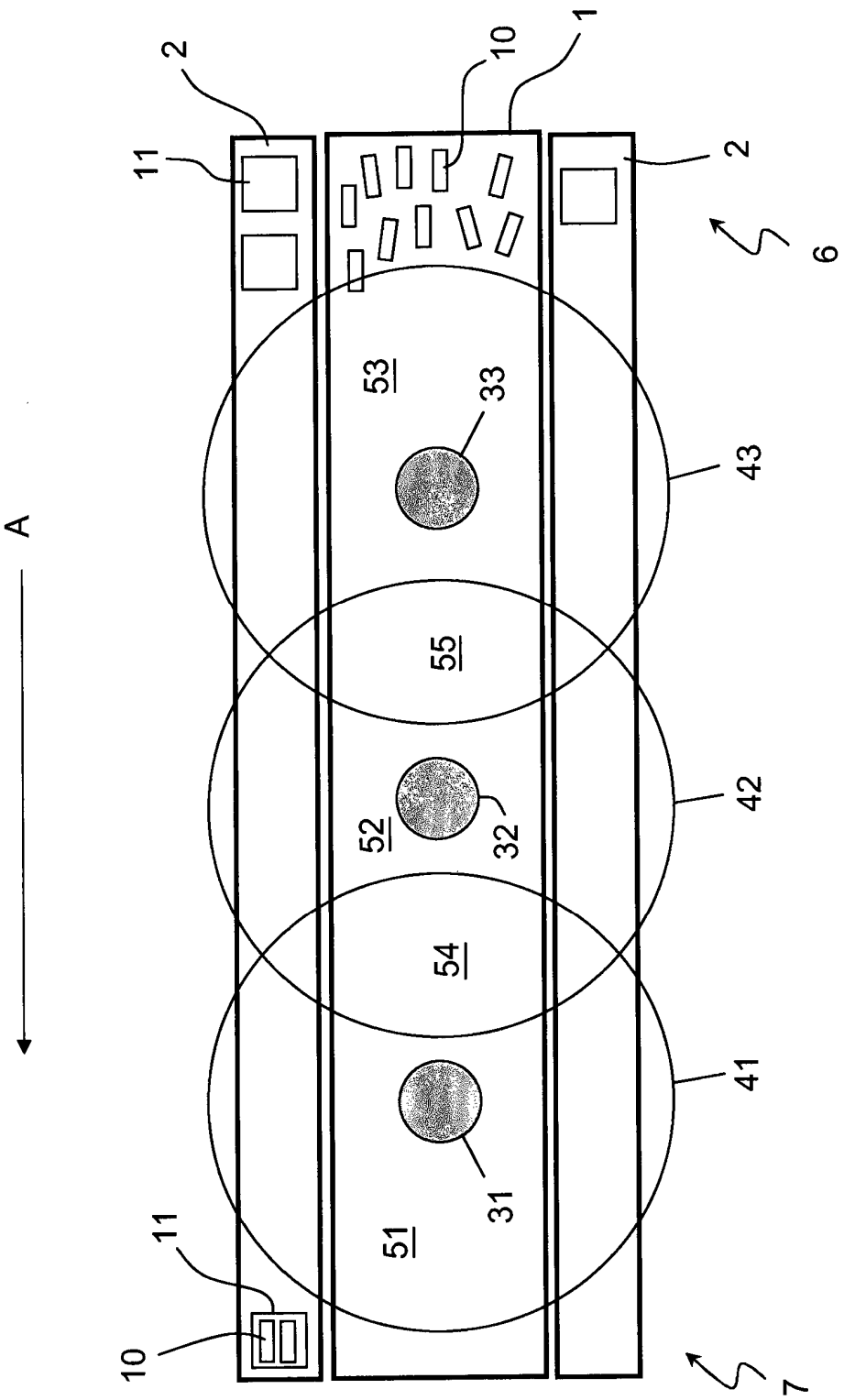

FIG. 1

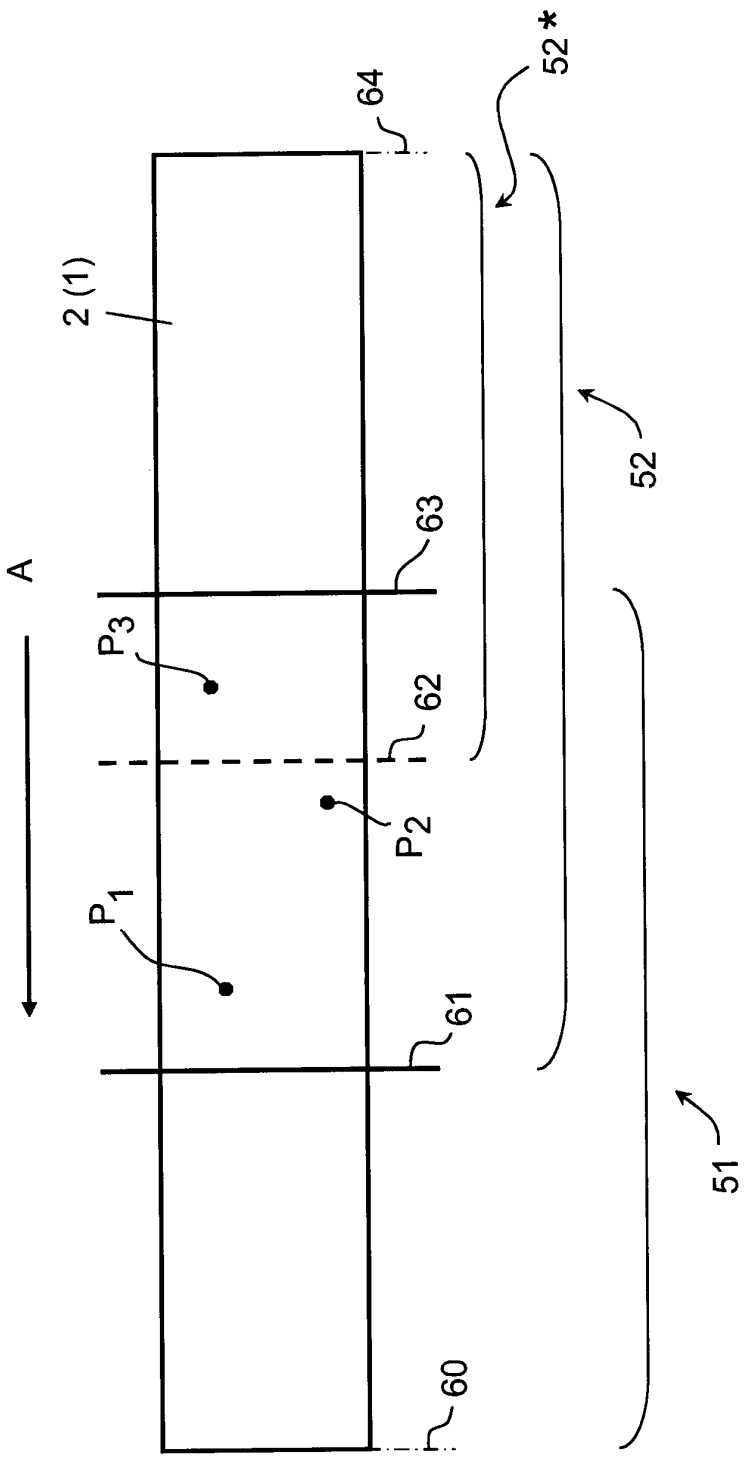

FIG. 2

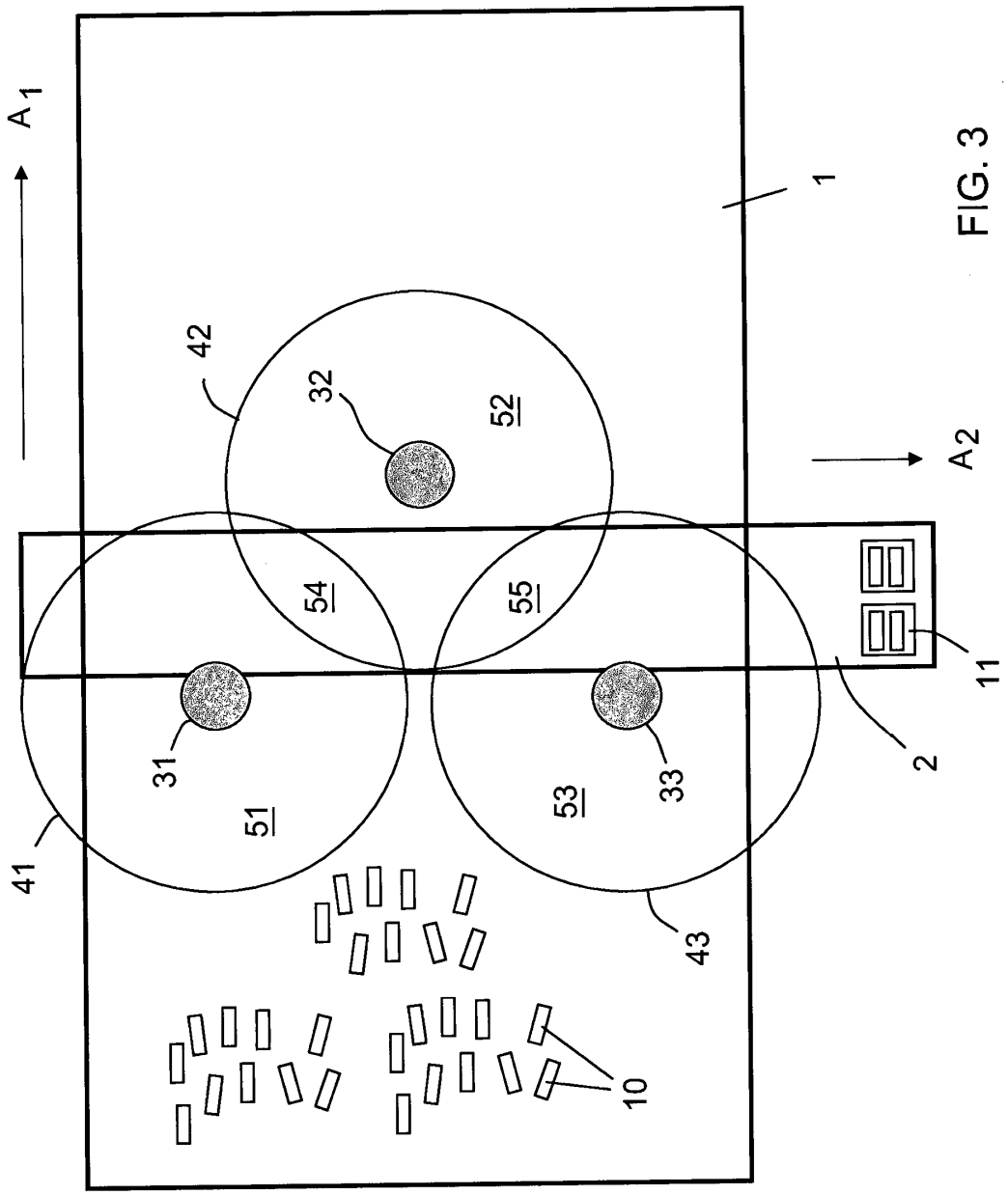

FIG. 3

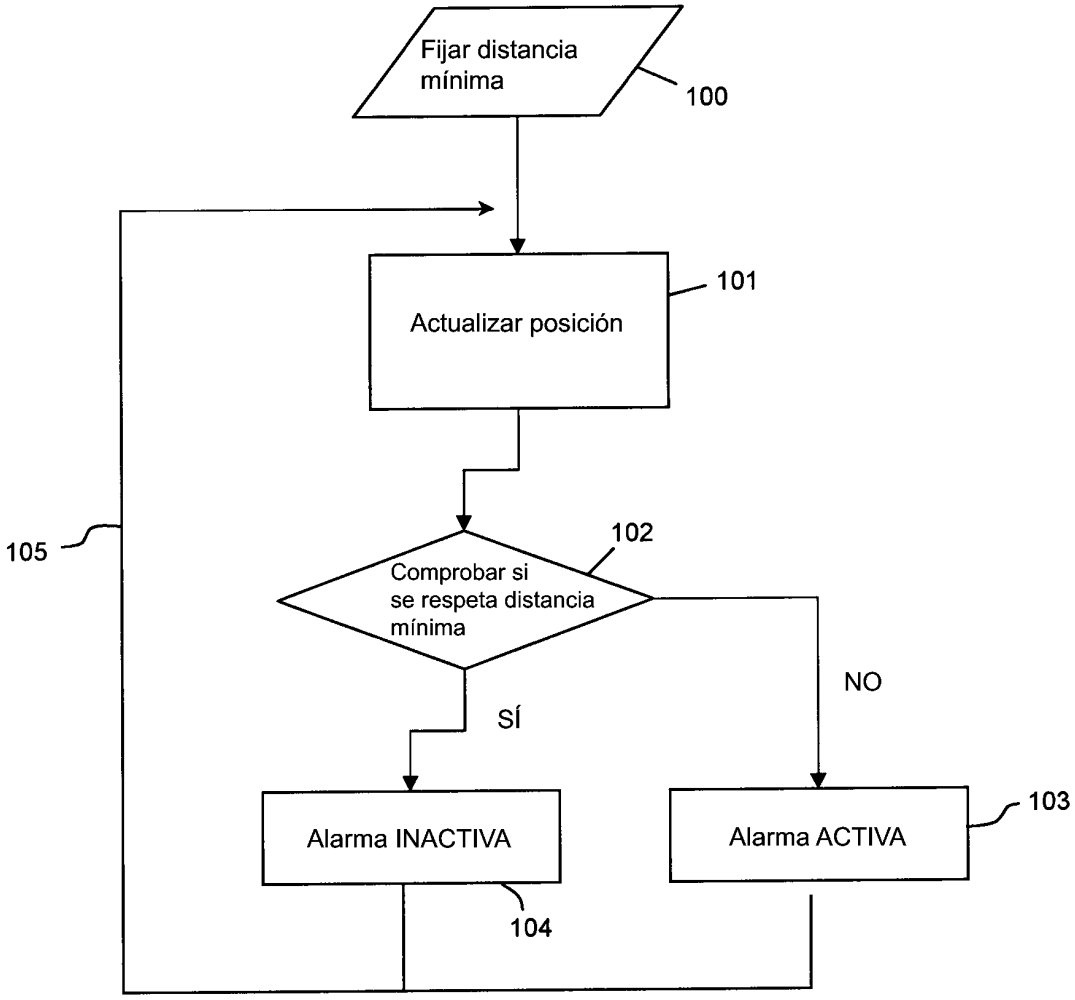
Fijar distancia mínima
100
Actualizar posición
101
Comprobar si se respeta distancia mínima
102
105
SÍ
NO
Alarma INACTIVA
Alarma ACTIVA
103
104

FIG. 4

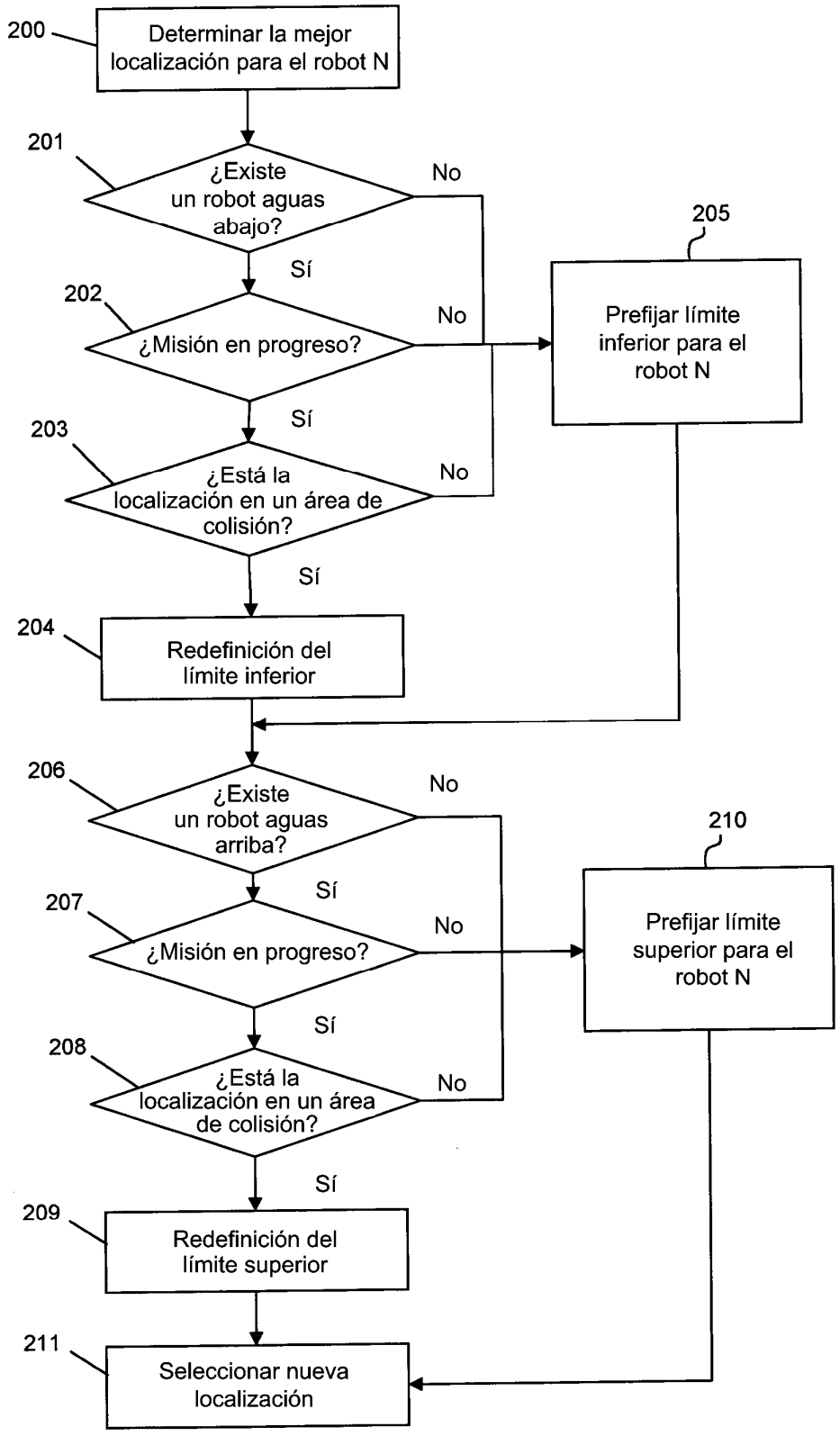
200
Determinar la mejor localización para el robot N
201
¿Existe un robot aguas abajo?
No
Sí
202
¿Misión en progreso?
No
Sí
203
¿Está la localización en un área de colisión?
No
Sí
204
Redefinición del límite inferior
205
Prefijar límite inferior para el robot N
206
¿Existe un robot aguas arriba?
No
Sí
207
¿Misión en progreso?
No
Sí
208
¿Está la localización en un área de colisión?
No
Sí
209
Redefinición del límite superior
210
Prefijar límite superior para el robot N
211
Seleccionar nueva localización

FIG. 5

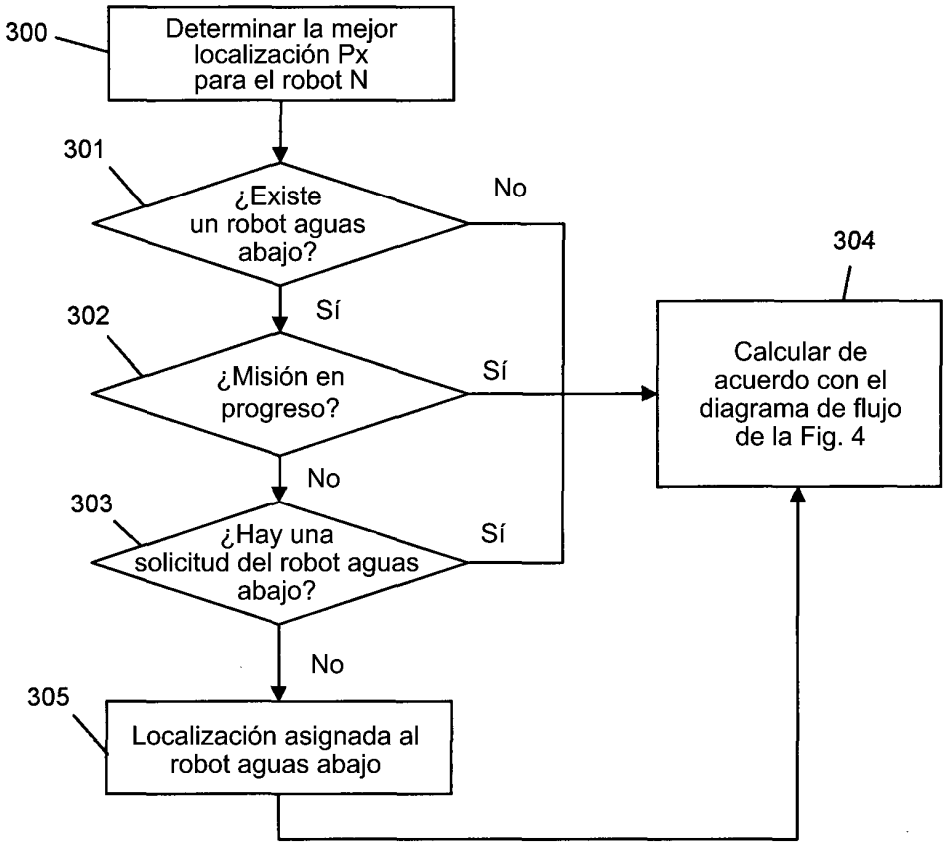
300
Determinar la mejor localización Px para el robot N
301
¿Existe un robot aguas abajo?
No
Sí
302
¿Misión en progreso?
Sí
No
303
¿Hay una solicitud del robot aguas abajo?
Sí
No
304
Calcular de acuerdo con el diagrama de flujo de la Fig. 4
305
Localización asignada al robot aguas abajo

FIG. 6