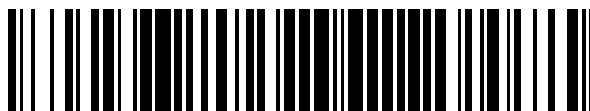


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 607**

51 Int. Cl.:

G01S 17/88	(2006.01)	G01S 19/45	(2010.01)
G01S 17/02	(2006.01)	G01S 7/48	(2006.01)
B66C 13/46	(2006.01)	G01S 19/48	(2010.01)
G05D 1/02	(2006.01)		
G01S 5/16	(2006.01)		
B66C 19/00	(2006.01)		
B66F 9/06	(2006.01)		
G01C 3/08	(2006.01)		
G01C 21/12	(2006.01)		
G01S 17/42	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.04.2012 PCT/FI2012/050392**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.10.2012 WO12143616**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2012 E 12774493 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 2699940**

54 Título: **Técnicas para posicionar un vehículo**

30 Prioridad:

21.04.2011 FI 20115397

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

19.01.2018

73 Titular/es:

**KONECRANES GLOBAL CORPORATION
(100.0%)
Koneenkatu 8
05830 Hyvinkää, FI**

72 Inventor/es:

RINTANEN, KARI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 650 607 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

Técnicas para posicionar un vehículo

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un método y a una disposición para el posicionamiento de un vehículo sobre la base de puntos de referencia proporcionados en lugares conocidos. En relación con esta invención, un vehículo se refiere a un dispositivo capaz de moverse controlado por personas y/o automáticamente, y no se pretende restringir el término a la definición de vehículo establecida en la legislación de tráfico.

Antecedentes de la invención

10 La invención se describe ahora utilizando como un ejemplo ilustrativo, pero no limitativo, un sistema de manipulación de contenedores en una terminal de contenedores, tal como un puerto. A continuación, se explicará la operación de un puerto de contenedores típico en una medida necesaria para comprender la operación de la invención.

15 La figura 1 muestra la descarga y la carga de un barco portacontenedores 2 por medio de una grúa de barco 4 cuando el puerto es operado por portadores de pórtico 3. Los contenedores 1 se elevan desde silos de contenedores del barco portacontenedores 2 por medio de un sujetador de contenedores suspendido de cuerdas de la grúa de barco 4, y se bajan en un carril 7 deseado en un muelle 5. A continuación, los portadores de pórtico 3 recogen los contenedores 1A, 1B descargados del barco desde el suelo y transportan los contenedores a un campo de depósito de contenedores. Al cargar un barco, el procedimiento es el inverso. Luego, los portadores de pórtico 3 llevan los contenedores 1C que se van a cargar desde el campo de depósito de contenedores y los colocan debajo de la grúa de barco 4, en un carril 7 deseado, desde donde la grúa de barco 4 los recoge y los sube a bordo del barco 2.

20 Con referencia a la figura 1, la gran mayoría del transporte internacional de mercancías se realiza por medio de contenedores 1. Los contenedores son unidades de transporte de forma estándar en las que los productos se embalan para la duración del transporte. Típicamente, los contenedores vienen en tres tamaños diferentes de 20 pies (6 m), 40 pies (12 m) o 45 pies (12 m) de largo. La anchura de un contenedor es de aproximadamente 2,5 metros. Los contenedores llegan y, en consecuencia, dejan un puerto de contenedores transportado por un barco portacontenedores 2, camiones de contenedores o trenes de contenedores. Una unidad de transporte con forma estándar hace que las mercancías sean considerablemente más rápidas de manejar durante las diferentes etapas de transporte, particularmente al cargar y descargar un barco portacontenedores, así como al cambiar del transporte marítimo al transporte terrestre, y viceversa.

30 Los recipientes se manejan en el puerto de contenedores mediante grúas de contenedores 3 particulares que incluyen portadores de pórtico, grúas de pórtico o grúas RMG montadas sobre raíles, grúas de pórtico o grúas RTG con neumáticos de caucho, apiladores de alcance, varias carretillas elevadoras, así como combinaciones de tractor y remolque. Un tipo particular de grúa de pórtico montada sobre raíles es una grúa de barco 4 utilizada para elevar contenedores que se descargarán de un barco a un muelle 5 y, en consecuencia, para cargar contenedores llevados a un muelle a bordo de un barco portacontenedores.

35 El transporte de tipo puente anteriormente mencionado, por ejemplo, es capaz de moverse sobre sus neumáticos de caucho alrededor de la zona del puerto, recogiendo contenedores desde el suelo o desde pilas de contenedores, y apilando contenedores uno encima del otro, o colocando un contenedor en un lecho de camión de contenedores o en el suelo. Cuando los contenedores se depositan en el suelo en el área del puerto, típicamente se colocan en cuadrados de contenedores 6 o en carriles separados 7 que se designan, por ejemplo, pintando en el suelo y nombrando o numerando para permitir que las ubicaciones de los contenedores se registren fácilmente.

40 Un objetivo actual es automatizar las grúas de contenedores 3 para hacer el trabajo de un operador de la grúa de contenedores más fácil y más rápido, o que el operador pueda ser eliminado completamente de la máquina de manipulación de contenedores, en cuyo caso la máquina de manipulación de contenedores opera sin un operador, no tripulada.

45 Si el objetivo es facilitar el trabajo del operador, típicamente, a continuación, alguna fase de trabajo en un ciclo de trabajo se realiza de forma automática, controlado por un ordenador. El objetivo es entonces acelerar esa fase de trabajo particular, para aumentar la precisión, la fiabilidad o la seguridad, o simplemente para facilitar el trabajo del operador.

50 Si el operador está completamente eliminado de la cabina de control de la máquina de manipulación de contenedores y la máquina de manipulación de contenedores opera no tripulada, se realiza entonces una porción significativa de las fases de trabajo de la máquina de manipulación de contenedores de manera automática, controlado por una unidad de control digital (dispositivo de procesamiento de datos, en resumen, "ordenador"). Las fases de trabajo que un ordenador no puede realizar de manera fiable pueden realizarse utilizando una técnica de control remoto particular, en cuyo caso una o más personas controlan las máquinas de manipulación de contenedores de forma remota a través de un control de metraje de cámara en tiempo real y conexión de radio, por ejemplo. El control no tripulado de las máquinas de manipulación de contenedores permite ahorros considerables en

los costes, ya que pocos empleados pueden utilizar una gran cantidad de máquinas de manipulación de contenedores.

Algunas tareas importantes a automatizar son: a) la conducción automática de una máquina de manipulación de contenedores siguiendo trayectorias deseadas y b) automatización de los registros de contenedores.

5 Como se entenderá por parte de un experto en la materia, si una máquina de manipulación de contenedores opera sin un operador, la característica de acuerdo con a) es esencial, ya que típicamente la mayor parte del tiempo de ciclo de trabajo se consume por la conducción de la máquina de manipulación de contenedores en el área del puerto. La característica de b) es útil tanto en operación no tripulada como tripulada.

10 Un requisito común para la automatización de las características a) y b) es que la ubicación de la máquina de manipulación de contenedores 3 en el área del puerto tiene que conocerse, típicamente con una precisión de alrededor de 10 centímetros. La presente invención facilita la automatización de la manipulación de contenedores permitiendo que la ubicación precisa y la dirección de desplazamiento de la máquina de manipulación de contenedores 3 se determinen en tiempo real.

15 A continuación, se hace referencia a la figura 2. En primer lugar, la máquina de manipulación de contenedores 1) debe estar provista de un sistema de posicionamiento 8 capaz de medir la ubicación de la máquina de manipulación de contenedores constantemente con una precisión de aproximadamente 10 centímetros. En segundo lugar, 2) si la ubicación medida difiere de una ruta 17 deseada o planificada de la máquina de manipulación de contenedores, los actuadores de la máquina de manipulación de contenedores deben controlarse de manera que la máquina de manipulación de contenedores regrese a la ruta 17 deseada. Típicamente, la condición 2) no es problemática para las máquinas de manipulación de contenedores 3 en lo que respecta a las técnicas de implementación si se puede cumplir la condición 1). La condición 1), en cambio, ha demostrado ser difícil de cumplir mediante el empleo de las técnicas conocidas.

20 Como se entenderá por parte de una persona experta en la técnica, por razones de seguridad, una máquina de manipulación de contenedores no tripulada no se puede mover en absoluto mediante un ordenador, a menos que se conozca la ubicación real o dirección de desplazamiento de la máquina de manipulación de contenedores. Si la máquina de manipulación de contenedores fuera movida por un ordenador sin conocer la ubicación real o la dirección de desplazamiento, surgiría un peligro de que la máquina de manipulación de contenedores colisionara con contenedores, otras grúas u otros edificios que posiblemente residen a lo largo de la ruta planificada. En consecuencia, un requisito absoluto que debe establecerse para el sistema de posicionamiento 8 es que los datos de ubicación medidos deben ser constantes sin interrupciones en la medición de la ubicación por ningún factor de perturbación externo.

30 Como también se comprenderá por parte de una persona experta en la técnica, los datos de ubicación y dirección medida por el sistema de posicionamiento 8 tienen que estar libres de retardo y ser en tiempo real, ya que la máquina de manipulación de contenedores 3, tal como un vehículo para montar a horcajadas, puede moverse a una distancia de hasta diez metros por segundo, lo que significa que deben detectarse las posibles desviaciones de la ruta deseada tan pronto como sea posible para evitar situaciones peligrosas. Una frecuencia de medición típicamente considerada suficiente es de aproximadamente 10...20 mediciones de ubicación por segundo.

35 Como se ha indicado anteriormente, otro uso para el sistema de posicionamiento 8 de una máquina de manipulación de contenedores según la invención se asocia con la automatización de los registros de contenedores y la monitorización automática de la ubicación de los contenedores en un área portuaria. Después de que un contenedor 1 ha sido descargado de un barco 2, una máquina de manipulación de contenedores (controlada por una persona o bajo control automático por un ordenador) lleva el contenedor a un campo de depósito de contenedores particular, donde los contenedores típicamente se colocan en filas y pilas. Las filas de contenedores y los lugares de almacenamiento de contenedores individuales 6 o cuadrados de contenedores 6 (ver la figura 2) están típicamente pintados en el suelo y designados de tal manera que cada cuadrado de contenedores puede identificarse inequívocamente y, por lo tanto, los cuadrados de contenedores están separados entre sí en los registros de contenedores. Los contenedores individuales se apilan uno encima del otro en estos cuadrados. La ubicación de cada contenedor individual (normalmente el identificador de un cuadrado de contenedores y la altura en una pila) en el campo de depósito se almacena en un Sistema Operativo Terminal o TOS de contenedores particular provisto de una base de datos apropiada. El objetivo actualmente es automatizar la monitorización de la ubicación de un contenedor en cada fase de la manipulación para evitar problemas causados por errores humanos, en particular, los realizados por los operadores de las máquinas de manipulación de contenedores 3. Si en el campo de depósito el operador de la máquina de manipulación de contenedores lleva el contenedor 1 a una ubicación 6 diferente de la que asume por el TOS o, alternativamente, el operador de la máquina de manipulación de contenedores ingresa al TOS una ubicación errónea del contenedor, será problemático encontrar el contenedor en el depósito de contenedores más tarde. En particular, si el contenedor debe buscarse en el campo de depósito mientras se embarca un barco, los costes son muy altos porque el objetivo es minimizar expresamente los tiempos de descarga y carga de los barcos en los puertos.

La técnica anterior permite la ubicación de un contenedor en el campo de depósito de contenedores a monitorizar, por ejemplo, utilizando tecnología de posicionamiento por satélite (GPS) cuando no hay grandes estructuras, tales como grúas o edificios, presentes en la zona para interferir con la propagación de las señales de GPS. En tal caso, la máquina de manipulación de contenedores 3 está provista en consecuencia de una antena receptora de GPS 12 y un aparato de GPS para controlar la ubicación de la máquina de manipulación de contenedores a intervalos de 1 segundo, por ejemplo. Además, monitorizando eléctricamente las operaciones de bloqueo por torsión de la máquina de manipulación de contenedores 3, es posible detectar instancias agarrar un contenedor y dejar un contenedor en una pila de contenedores o en el suelo en un momento dado. Como naturalmente se supone que el contenedor 1 no se mueve sin que alguna máquina de manipulación de contenedores 3 lo mueva, es posible controlar la ubicación del contenedor siempre que la máquina de manipulación de contenedores se mueva en un área abierta, dentro del área de cobertura de satélites de posicionamiento GPS.

Sin embargo, la tecnología de posicionamiento GPS no funciona de forma fiable dentro de toda el área del puerto, ya que la antena del dispositivo GPS 12 tiene que mantener una comunicación visual típicamente a al menos cinco satélites GPS simultáneamente para ser capaz de calcular una ubicación de forma fiable. Las grúas de contenedores grandes 3, tal como una grúa para barcos 4, evitan que las señales de radio GPS se propaguen a través de las mismas sin interferencias, causando áreas de sombra y una disminución de la precisión en el posicionamiento del GPS. Como los cuadrados de contenedores 6 pueden estar ubicados uno al lado del otro a una distancia de aproximadamente el ancho de un contenedor, es decir, 2,5 metros entre sí, la precisión del posicionamiento GPS debe ser considerablemente más precisa que esto para que un cuadrado de contenedores 6 o una línea de conducción 7 se determine correctamente. Por ejemplo, es imposible que la tecnología GPS detecte de manera fiable en qué ubicación o en qué carril 7 en particular (ver la figura 1) debajo de una grúa de barco la máquina de manipulación de contenedores 3 deja un contenedor, o desde qué carril la máquina de manipulación de contenedores recoge un contenedor. Un problema similar se produce cuando el posicionamiento GPS se usa en las proximidades o debajo de otras grúas de contenedores grandes 3 (por ejemplo, grúas RTG o RMG).

Cuando se descarga un barco, por ejemplo, un problema particular se presenta por una situación en la que más de un contenedor ha sido colocado en el suelo en el muelle, por ejemplo, en carriles adyacentes, mediante la grúa 4 del barco. En la figura 1, los contenedores 1A y 1B, por ejemplo, presentan tal situación. Si no se dispone de datos de posicionamiento de la máquina de manipulación de contenedores, entonces es imposible saber con seguridad cuál de los contenedores la máquina de manipulación de contenedores 3 que llega debajo de la grúa recoge. En consecuencia, también es imposible saber con certeza en qué ubicaciones del depósito se depositan los contenedores 1A y 1B que finalmente terminan, por lo que es imposible controlar automáticamente la ubicación de los contenedores. De manera similar, cuando se carga un barco, es imposible saber con certeza en qué carril la máquina de manipulación de contenedores 3 deja un contenedor. En la figura 1, un contenedor 1C ilustra este problema. En tal caso, es imposible asegurar automáticamente que el contenedor 1C se cargue correctamente a bordo del barco.

Por supuesto, es posible que, durante la descarga y la carga de un barco, alguien esté dispuesto en el muelle 5 para supervisar la operación y, por ejemplo, para asegurar que las máquinas de manipulación de contenedores 3 y la grúa 4 del barco recogen los contenedores correctos. Sin embargo, esta fase está sujeta a errores humanos que, mediante la automatización, deben ser eliminados. Además, cualquier persona presente en el muelle no solo es un factor de coste adicional, sino también un posible presentador de situaciones de peligro, ya que se producen accidentes en los puertos, incluso matando a personas atropelladas por una máquina de manipulación de contenedores.

El documento EP 0185816 A1, por ejemplo, divulga una técnica para posicionar un vehículo por medio de un escáner láser y reflectores retrorreflectantes. Sin embargo, la publicación no divulga ninguna técnica de trabajo para posicionar un vehículo en absoluto, sino que las conclusiones incorrectas se hacen sistemáticamente a partir de la determinación de la ubicación. Las técnicas del documento EP 0185816 A1 basadas en triangulación podrían funcionar si las direcciones desde el vehículo a los puntos de referencia eran direcciones absolutas limitadas al suelo, pero, como el vehículo gira con respecto al suelo, este no es el caso. Dado que se desconoce la posición del vehículo, las técnicas del documento EP 0185816 A1 sufren sistemáticamente el problema de que existen factores más desconocidos que conocidos, lo que hace que los grupos de ecuaciones sean tan difíciles de resolver, cuando están presentes. El documento JP H11-183174 A1 divulga el uso de dos o más reflectores en posiciones conocidas a lo largo de un paso. Un telémetro láser en un vehículo guiado automáticamente mide la distancia y el ángulo de cada reflector. De forma similar al documento EP 0185816 A1 identificado anteriormente, el documento JP H11-183174 A1 también reivindica la determinación de la posición y la orientación del vehículo a partir de datos de posición obtenidos a partir de dos reflectores.

Breve descripción de la invención

Por lo tanto, es un objeto de la invención proporcionar un método, un aparato que implemente el método, y un producto de software para controlar un dispositivo de procesamiento de datos para realizar el método, para permitir que al menos un problema antes mencionado sea aliviado o eliminado. El objeto de la invención se logra mediante un método y un sistema que se caracterizan por lo que se divulga en las reivindicaciones independientes. Realizaciones preferidas de la invención se divulgan en las reivindicaciones dependientes.

Un aspecto de la invención es un sistema para el posicionamiento de un vehículo en un entorno provisto de al menos un punto de referencia cuya ubicación es conocida. El sistema incluye al menos un sensor de distancia de exploración instalado en un vehículo y configurado para medir la distancia y la dirección desde el vehículo a dicho al menos un punto de referencia. El sistema incluye además un dispositivo de procesamiento de datos configurado para almacenar en su memoria la ubicación de dicho al menos un punto de referencia; y determinar la ubicación del vehículo sobre la base de la ubicación de dicho al menos un punto de referencia, así como la distancia y la dirección desde el vehículo a dicho al menos un punto de referencia.

Otro aspecto de la invención es un método de posicionamiento de un vehículo en un entorno provisto de al menos un punto de referencia cuya ubicación es conocida. El método incluye las siguientes etapas realizadas mediante un dispositivo de procesamiento de datos: 1) recibir desde al menos un sensor de distancia de exploración instalado en el vehículo la distancia y la dirección desde el vehículo hasta dicha al menos una señal; 2) almacenar en memoria la ubicación de dicho al menos un punto de referencia; y 3) determinar la ubicación del vehículo sobre la base de la ubicación de dicho al menos un punto de referencia, así como la distancia y la dirección desde el vehículo a dicho al menos un punto de referencia.

El sistema de posicionamiento de una máquina de manipulación de contenedores según la invención se basa por lo tanto en sensores de distancia de exploración instalados en un vehículo, por ejemplo, una máquina de manipulación de contenedores, y puntos de referencia proporcionados en ubicaciones conocidas. Un sensor de distancia es típicamente un sensor basado en tecnología láser, medición del tiempo de desplazamiento de un rayo láser en particular, pero el sistema de acuerdo con la invención también puede implementarse mediante otro sensor que proporcione las cantidades medidas correspondientes. En el sentido que significa la invención, un punto de referencia es un objeto proporcionado en una ubicación conocida y que tiene un conjunto bien definido de características que permiten distinguir el punto de referencia de otros objetos en el campo de visión del sensor de distancia de exploración. Este conjunto de características puede incluir la forma del punto de referencia. La forma del objeto en el campo de visión del sensor de distancia puede determinarse, por ejemplo, midiendo la distancia al objeto en una pluralidad de direcciones en intervalos de tiempo lo suficientemente cortos para permitir que la distancia recorrida por el vehículo durante la medición de la pluralidad de direcciones y la distancia se ignoren. Si la forma del objeto detectado sobre la base de la pluralidad de direcciones y la distancia corresponde a la forma del punto de referencia almacenado en la memoria del dispositivo de procesamiento de datos, el objeto detectado se puede considerar como un punto de referencia. Preferiblemente, la forma de un punto de referencia es cilíndrica, ya que tal punto de referencia se ve igual independientemente de la dirección de visión. En lugar de o además de la forma, el conjunto de características de los puntos de referencia puede, a modo de ejemplo, incluir el tamaño y/o el color.

Es ventajoso que, para mejorar la precisión de los datos de localización, el sistema mida la distancia y la dirección desde el vehículo a al menos dos puntos de referencia. El vehículo puede, sin embargo, entrar en situaciones en las que es imposible medir la distancia a dos puntos de referencia al mismo tiempo. Este problema residual puede resolverse de tal manera que el sistema esté configurado para medir dicha distancia y dirección desde el vehículo a al menos dos puntos de referencia en dos tiempos de medición separados y determinar un cambio en la posición y/o ubicación del vehículo durante el tiempo entre estos dos tiempos de medición separados. Un cambio en la ubicación del vehículo durante el tiempo entre los tiempos de medición puede determinarse por posicionamiento satelital, por ejemplo. Alternativamente, se puede usar una técnica que al menos durante un tiempo limitado sea capaz de determinar cambios en la ubicación y en la posición del vehículo. Un giroscopio instalado en el vehículo es un ejemplo de dicha tecnología. Alternativamente, los cambios en la ubicación y en la posición del vehículo se pueden determinar monitorizando los ángulos de las ruedas de control del vehículo y un sensor de medición de distancia, cuyos datos de calibración pueden basarse, por ejemplo, en los datos de ubicación conocidos referentes a los puntos de referencia. En tal caso, la ubicación del vehículo puede determinarse usando cálculo de estimación, es decir, sin observación externa, si no se puede detectar al menos un punto de referencia.

Un rasgo característico de la invención es así el uso de sensores de distancia para posicionar un vehículo en base a las ubicaciones conocidas de puntos de referencia. Además, el peligro de colisión del vehículo puede reducirse utilizando información proporcionada por los sensores de distancia sobre posibles obstáculos en la dirección de desplazamiento del vehículo. Si se detecta un obstáculo con el que se puede producir una colisión en o cerca de la dirección de desplazamiento del vehículo, el sistema puede detener el vehículo. Esta es una característica particularmente ventajosa cuando el sistema está configurado para controlar el vehículo automáticamente, en algunas situaciones incluso sin pilotar.

Es conocido por sí mismo que sensores láser de exploración también se pueden utilizar en la operación sin pilotar como sensores de seguridad de una máquina de manipulación de contenedores para evitar colisiones. Una máquina de manipulación de contenedores no tripulada, tal como un transportador de pórtico, puede estar provista de un sistema de sensor de prevención de colisiones que puede implementarse mediante sensores láser de exploración. Para garantizar que la máquina de manipulación de contenedores no colisione con personas, contenedores u otras máquinas de manipulación de contenedores o edificios que posiblemente residan a lo largo de la trayectoria planificada, la máquina de manipulación de contenedores puede estar provista de cuatro sensores láser de exploración capaces de ver objetos en su entorno, por ejemplo, hasta una distancia de 30...80 metros, dentro de un área de exploración de 180 grados, por ejemplo. La invención y sus realizaciones preferidas permiten que el mismo

sistema de sensor también se use para posicionar un vehículo, tal como una máquina de manipulación de contenedores, por medio de puntos de referencia fijos particulares con ubicaciones conocidas. Usar los mismos sensores para diferentes propósitos permite ahorros considerables en los costes.

5 En una implementación típica pero no limitativa de la invención, el vehículo es una máquina de manipulación de contenedores u otro dispositivo configurado para mover cargas de un lugar a otro. El sistema según la invención puede promover entonces la automatización de la logística, de modo que el sistema de control esté configurado para determinar el sitio de descarga de la carga transportada por el vehículo determinando la ubicación del vehículo en el momento en que el vehículo descarga la carga. En otras palabras, el sistema de control del vehículo puede informar, por ejemplo, el sistema logístico de un puerto u otra terminal de carga de que el contenedor transportado por el 10 vehículo reside en una ubicación determinada por la ubicación del vehículo en el momento en que el vehículo descarga la carga. Además, el sistema puede configurarse para identificar la carga en función de la ubicación desde la cual el vehículo recoge la carga. En otras palabras, el sistema de logística proporciona información que indica que un contenedor particular reside en una ubicación particular, y cuando el vehículo recoge el contenedor desde esta ubicación, el sistema de logística proporciona información sobre la identidad del contenedor.

15 **Breve descripción de las figuras**

La invención se describe ahora más en detalle en conexión con las realizaciones preferidas y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra la descarga y la carga de un barco portacontenedores por medio de una grúa de barco cuando un puerto es operado por portadores de pórtico;

20 La figura 2 muestra una máquina de manipulación de contenedores que conduce, controla mediante un ordenador, a lo largo de una trayectoria deseada y transportando carga, tal como un contenedor, transportado por la misma;

La figura 3 es una vista lateral que muestra la máquina de manipulación de contenedores que transporta el contenedor;

La figura 4 muestra un principio operativo de un sensor láser de exploración;

25 La figura 5 muestra las coordenadas y las variables utilizadas para detectar un punto de referencia y posicionar un vehículo;

La figura 6 ilustra las variables utilizadas en cálculo de estimación; y

Las figuras 7 y 8 muestran diferentes técnicas para posicionar un vehículo en una situación en la que los puntos de referencia a veces desaparecen de la vista del vehículo.

30 **Descripción detallada de la invención**

La figura 4 muestra un principio operativo de un sensor láser de exploración 9. El sensor de distancia láser emite un pulso de luz láser 13 que se refleja desde un objeto 15 que posiblemente golpea un haz 14, y parte de la luz láser vuelve a un receptor de luz del sensor de distancia láser. El sensor de distancia láser determina el tiempo de desplazamiento de la luz entre la emisión y la recepción del pulso de luz y, en función del tiempo de desplazamiento, 35 calcula una distancia R del objeto reflectante. El sensor de distancia láser se sujeta a un rotor que gira alrededor de su eje 16, y los pulsos de luz láser 13 se emiten con frecuencia. Típicamente, entonces, los haces láser 14 se superponen entre sí, en cuyo caso no quedan huecos entre los pulsos de luz láser, lo que permite detectar incluso objetos pequeños 15. Utilizando su sistema de sensor interno, el sensor de distancia láser de exploración 9 también mide un ángulo de emisión a del haz láser 13.

40 Con referencia a la figura 4, la operación del sensor de distancia láser de exploración 9 se describe en una extensión necesaria para comprender la operación del sistema de acuerdo con la invención.

En una primera fase, el sensor de distancia láser emite un pulso de luz láser 13, cuya anchura de haz 14 es típicamente de aproximadamente 10...20 cm, medido a una distancia de 20 metros. La luz láser emitida puede ser visible para el ojo o invisible para el ojo (por ejemplo, radiación infrarroja, láser IR). En una segunda fase, el pulso de luz emitido se refleja desde un objeto 15 que posiblemente golpee el haz 14, y parte de la luz láser retorna al receptor de luz del sensor de distancia láser. El sensor de distancia láser todavía es capaz de detectar el reflejo del pulso de luz láser 13 a una distancia de 40 metros, por ejemplo, incluso si el objeto reflectante era de color negro mate y solo reflejó un 10 % de la luz que lo golpeó. Si el objeto tiene un color más claro, como un punto de referencia 11, y refleja la mayor parte de la luz (por ejemplo, el 90 por ciento) golpeándolo, también es posible 45 detectar objetos a una distancia mucho mayor, incluso a una distancia de cien metros. En una tercera fase, el sensor de distancia láser determina el tiempo de desplazamiento de la luz entre la emisión y la recepción del pulso de luz. En una cuarta fase, la distancia R del objeto reflectante al sensor láser se calcula sobre la base del tiempo de desplazamiento de la luz, y la lectura se envía a un usuario del sensor. Normalmente, además de la información de distancia R, también se emite la intensidad I del eco medido, que es proporcional a la distancia y al color del objeto 50

reflectante.

Todavía con referencia a la figura 4, el sensor de distancia láser de exploración 9 opera de tal manera que el sensor de distancia láser descrito anteriormente está fijado a un rotor que gira rápido (por ejemplo, 50 revoluciones por segundo) alrededor de su eje 16, y los pulsos de luz láser 13 se emiten con frecuencia de manera que inmediatamente después de que se complete una medición de distancia R anterior se emita un siguiente pulso de luz. Típicamente, entonces, los haces láser 14 se superponen entre sí, en cuyo caso no quedan huecos entre los pulsos de luz láser, lo que permite detectar incluso objetos pequeños 15.

Típicamente, el eje de rotación 16 del sensor de distancia láser de exploración se fija perpendicularmente contra los haces de luz láser 13. El sensor de distancia láser de exploración es naturalmente capaz de medir el ángulo de emisión (ángulo de rotación α) del haz láser 13 en tiempo real mediante el sistema sensor interno. Típicamente, el sensor 9 proporciona así la siguiente información para cada medición de distancia láser individual: ángulo de medición α , distancia medida R, y posiblemente también la resistencia a la reflexión I.

Como se ha indicado anteriormente, el sistema de acuerdo con la invención también puede implementarse mediante otros sensores que proporcionan variables medidas $\{\alpha, R\}$ o $\{\alpha, R, I\}$, y por lo tanto no se limita solo a la utilización de la tecnología láser.

La figura 2 muestra una máquina de manipulación de contenedores 3 que conduce, por ejemplo, controlada por un ordenador, a lo largo de una trayectoria deseada 17, transportando carga que lleva, que en este ejemplo es un contenedor, a un contenedor cuadrado 6 en un área de depósito. La máquina de manipulación de contenedores 3 está provista de cuatro sensores láser de exploración 9 que en áreas de apantallamiento 10 observan objetos visibles, por ejemplo, con un ángulo de apertura de 180 grados, como otras máquinas de manipulación de contenedores 3', contenedores 1 sobre el suelo y puntos de referencia particulares 11 para navegación. Los sensores láser 9 se pueden usar para evitar colisiones con objetos detectados y para determinar la ubicación y la posición de la máquina de manipulación de contenedores 3 por medio de los puntos de referencia 11. Además, el techo de la máquina de manipulación de contenedores está provista de una antena de posicionamiento por satélite GPS 12 que también se puede usar para ayudar con el posicionamiento de la máquina de manipulación de contenedores 3.

La figura 3 es una vista lateral que muestra la máquina de manipulación de contenedores 3 que transporta el contenedor 1. La máquina de manipulación de contenedores 3 está provista de sensores láser de exploración 9 que observan objetos en las proximidades, por ejemplo, contenedores 1 en el suelo, así como puntos de referencia particulares 11 para navegación. Los sensores láser 9 están instalados horizontalmente a una altura que permite que se usen para evitar colisiones con objetos detectados y para determinar la ubicación y la posición de la máquina de manipulación de contenedores 3 por medio de los puntos de referencia 11. Las alturas de los puntos de referencia 11 y los sensores láser 9 se han seleccionado de manera que el haz láser 13 llegue al punto de referencia 11 aproximadamente en el centro, por ejemplo. Además, el techo de la máquina de manipulación de contenedores está provista de una antena de posicionamiento por satélite GPS 12 que también se puede usar para ayudar con el posicionamiento de la máquina de manipulación de contenedores 3.

Con referencia a continuación a las figuras 2 y 3, a continuación, se describirá la operación del sistema de posicionamiento de acuerdo con la invención y/o sus realizaciones preferidas. En una realización típica pero no limitativa de la invención, se proporcionan puntos de referencia 11 específicos, que pueden ser, por ejemplo, de forma cilíndrica, separados adecuadamente en un área de puerto. Una altura ejemplar pero no limitativa de un punto de referencia puede ser, por ejemplo, de 1,5 metros, y su diámetro correspondientemente de 60...80 centímetros. Los puntos de referencia cilíndricos pueden estar hechos, por ejemplo, de elementos de anillo de pozo de hormigón, de los cuales, por ejemplo, tres están apilados uno encima del otro (véase la figura 3). Los puntos de referencia son, por lo tanto, muy económicos y duraderos en estructura. Los puntos de referencia pueden pintarse, por ejemplo, de blanco o amarillo para mejorar la reflexión del láser. La forma cilíndrica redonda del punto de referencia hace que sea más fácil de identificar, ya que su figura medida es independiente de la dirección de visualización. Sin embargo, como comprenderá un experto en la materia, esto no es necesario para implementar el sistema de acuerdo con la invención.

En una realización del sistema de posicionamiento de acuerdo con la invención, la máquina de manipulación de contenedores está provista de al menos un sensor láser de exploración 9; típicamente, sin embargo, con varios, por ejemplo, cuatro, sensores láser de exploración 9. Con respecto a la superficie del suelo, los sensores pueden instalarse a una altura H que puede ser, por ejemplo, de 0,5 a 1 m, preferiblemente de aproximadamente 0,75 m (véase la figura 3). La exploración láser 10 se realiza horizontalmente. En tal caso, los haces láser 13 en la dirección vertical golpean el punto de referencia 11 en algún lugar en el medio, y a pesar de cualquier ligera inclinación de la máquina de manipulación de contenedores, los haces láser son aún capaces de ver el punto de referencia.

Como se entenderá por parte de un experto en la materia, cuando, por ejemplo, los haces láser del sensor láser de exploración golpean el punto de referencia cilíndrico como se muestra en la figura 5, es posible a partir de los valores de ángulo α y las lecturas de distancia R medidas por el sensor 9 para calcular las coordenadas medidas (x, y) de la superficie del cilindro con respecto a un sistema de coordenadas L unido al sensor 9, empleando la fórmula

(1):

$$x = R \cos(a) \tag{1}$$

$$y = R \sin(a)$$

5 y a partir de estos, por ejemplo, usando la coincidencia de círculos, determinar el centro medido (x_c , y_c) del cilindro (círculo) en el sistema de coordenadas L. A continuación, calculamos, también en el sistema de coordenadas L, el valor del ángulo medido (a_c) del centro del cilindro y el valor de la distancia medida (R_c), por ejemplo, mediante la fórmula:

$$R_c = \sqrt{x_c^2 + y_c^2} \tag{2}$$

$$a_c = \arctan2(y_c, x_c),$$

10 donde, como es sabido, $\arctan2()$ es la función de arco de cuatro cuadrantes. A continuación, cuando utilizamos información sobre la ubicación real, previamente conocida, del centro (x_b , y_b) del punto de referencia medido 11 en un sistema de coordenadas absolutas, unido al suelo G del puerto, se observa que la ubicación y la posición (x_v , y_v , a_v) determinada en el sistema de coordenadas del suelo G del sensor 9, así como los valores en el sistema de coordenadas L medidos por el sensor 9, implementan las siguientes ecuaciones:

$$15 \quad x_b = x_v + R_c \cos(a_v + a_c) \tag{3}$$

$$y_b = y_v + R_c \sin(a_v + a_c)$$

20 Como se entenderá por parte de un experto en la materia, la detección de una señal simétrica en rotación 11 de la manera descrita no determina de forma inequívoca la ubicación y la posición (x_v , y_v , a_v) del sensor 9 y, simultáneamente, la máquina de manipulación de contenedores 3, ya que hay tres variables por resolver, pero solo dos ecuaciones matemáticas. Si la posición (a_v) se ha determinado antes y se ha mantenido, por ejemplo, mediante un giroscopio, se puede resolver el grupo de ecuaciones (3) y se puede determinar la ubicación de la máquina de manipulación de contenedores. Si la forma del punto de referencia era claramente asimétrica y suficientemente grande (un contenedor como punto de referencia, por ejemplo) para permitir también que la *posición* medida del punto de referencia en el sistema de coordenadas L (ϕ_c) se determine con suficiente precisión, la ubicación y la posición (x_v , y_v , a_v) de la máquina de manipulación de contenedores se pudieron determinar inequívocamente, por ejemplo, resolviendo el grupo de ecuaciones:

$$x_b = x_v + R_c \cos(a_v + a_c)$$

$$y_b = y_v + R_c \sin(a_v + a_c) \tag{4}$$

$$\phi_b = a_v + \phi_c$$

30 ϕ_b variable del presente documento es la posición conocida del punto de referencia en el sistema de coordenadas del suelo G. Aquí, las cantidades (x_b , y_b , A_C , R_C , ϕ_c) asociadas con la ubicación del punto de referencia se remite de forma natural a las coordenadas del punto de referencia seleccionado, por ejemplo, el centro de gravedad, del punto de referencia en lugar de expresamente al centro del círculo.

35 Sin embargo, en lo que se refiere a la aplicación práctica de la invención, es más fácil proporcionar el área del puerto con pequeños puntos de referencia (como los cilindros descritos), en cuyo caso el procedimiento según la ecuación (5) sería inútil, ya que la determinación de la dirección medida (ϕ_c) del pequeño punto de referencia 11 sería inexacta. Luego, de acuerdo con una realización de la invención, las observaciones sobre dos puntos de referencia separados (puntos de referencia 1 y 2) se combinan para determinar la ubicación (x_v , y_v) y la posición (a_v) de la máquina de manipulación de contenedores. Como comprenderá un experto en la materia, al monitorizar dos puntos de referencia separados 1 y 2 que pueden colocarse lejos el uno del otro (más allá de cuánto podría aumentarse prácticamente el tamaño de un punto de referencia), la precisión de la determinación de la posición y la ubicación también se mejora considerablemente.

45 Si, de acuerdo con una realización de la invención, los puntos de referencia 1 y 2 son visibles simultáneamente en el campo de visión del mismo sensor 9, es posible formar matemáticamente un grupo de cuatro ecuaciones y tres variables desconocidas:

$$x_{b1} = x_v + R_{c1} \cos(a_v + a_{c1})$$

$$y_{b1} = y_v + R_{c1} \sin(a_v + a_{c1}) \tag{5}$$

$$x_{b2} = x_v + R_{c2} \cos(a_v + a_{c2})$$

$$y_{b2} = y_v + R_{c2} \sin(a_v + a_{c2})$$

50 La ubicación (x_v , y_v) y la posición (a_v) de la máquina de manipulación de contenedores son inequívocamente

determinables a partir del grupo de ecuaciones (5) cuando (x_{b1}, y_{b1}) y (x_{b2}, y_{b2}) son las coordenadas conocidas de los puntos de referencia en el sistema de coordenadas del suelo G y las distancias R_{c1} y R_{c2} , así como los ángulos a_{c1} y a_{c2} , las distancias detectadas y los ángulos direccionales de los puntos de referencia 1 y 2 en el sistema de coordenadas L del sensor 9. Si, según otra realización de la invención, los puntos de referencia 1 y 2 son visibles simultáneamente, pero en el campo de visión de dos sensores 9 separados instalados en la máquina de manipulación de contenedores, por ejemplo, tal que el sensor a vea el punto de referencia 1 y el sensor b el punto de referencia 2, la situación puede devolverse fácilmente para ajustarse a la de la ecuación (5) y resolverse en consecuencia, ya que, por ejemplo, las lecturas medidas por el sensor b pueden convertirse primero mediante la ecuación (1) en un sistema de coordenadas xy (x_{c2}, y_{c2}) y luego por medio de una ecuación ligeramente modificada (2) transferida para que sea una lectura virtual del sensor a de la siguiente manera:

$$R_{c2} = \sqrt{[x_{c2} + XB]^2 + [y_{c2} + YB]^2} \quad (6)$$

$$a_{c2} = \arctan2([y_{c2} + YB], [x_{c2} + XB]),$$

donde (XB, YB) es la ubicación conocida del sensor b en el sistema de coordenadas L del sensor a.

Sin embargo, en lo que se refiere a la aplicación práctica de la invención, no se puede suponer que los sensores 9 de la máquina de manipulación de contenedores verían continuamente dos puntos de referencia simultáneamente, o incluso un punto de referencia constantemente. La visibilidad hacia los puntos de referencia puede oscurecerse temporalmente, por ejemplo, cuando otras máquinas de manipulación de contenedores 3 pasan por un punto de referencia o cuando, por ejemplo, el sol brilla bajo desde el punto de referencia 11 en la dirección del haz láser 13. Por lo tanto, en la práctica a menudo es necesario soportar los métodos descritos anteriormente mediante el denominado método de cálculo de estimación.

Cálculo de estimación

Como es conocido para un experto en la materia, el cálculo de estimación (odometría) es un nombre general para métodos en los que un cambio relativo en la ubicación de un vehículo se mide sumando acumulativamente la distancia recorrida y la distancia de desplazamiento. La figura 5 muestra los sistemas de coordenadas y las variables utilizadas para detectar un punto de referencia 11 y posicionar un vehículo 3. La figura 6 ilustra las variables DX, DY, Dphi, DR, DA usadas en el cálculo de estimación. Con referencia a las figuras 5 y 6, el cambio relativo en la ubicación de un vehículo se puede mantener mediante cálculo de estimación, por ejemplo, de acuerdo con la fórmula (7):

$$X(t+Dt) = X(t) + Ds \cos[\phi(t)] \quad (7)$$

$$Y(t+Dt) = Y(t) + Ds \sin[\phi(t)]$$

Aquí, Ds es la distancia recorrida por el vehículo 3 durante una unidad de tiempo $(t \dots t + Dt)$, $\phi(t)$ es la dirección de desplazamiento del vehículo en el momento t, y X(t) e Y(t) son la ubicación del vehículo en el momento t. Cuando el sistema de coordenadas unido al suelo se selecciona de forma tal que la ubicación inicial y la dirección inicial del vehículo se seleccionen como cero y la distancia recorrida, de acuerdo con la fórmula (7), se resume iterativamente durante un período de tiempo T, a cambio en la ubicación (DX, DY), así como un cambio en la dirección de desplazamiento (Dphi) del vehículo durante el período de tiempo T se han determinado de la siguiente manera:

$$DX = X(T), \text{ cuando } X(0) = 0$$

$$DY = Y(T), \text{ cuando } Y(0) = 0 \quad (8)$$

$$D\phi = \phi(T), \text{ cuando } \phi(0) = 0$$

Esto se puede convertir adicionalmente en un sistema de coordenadas polares, lo que da la distancia (DR) entre los puntos de partida y final, así como el ángulo de dirección (DA) del punto final con respecto a la dirección de inicio $\phi(0)$ del vehículo 3:

$$DR = \sqrt{DX^2 + DY^2} \quad (9)$$

$$DA = \arctan2(DY, DX).$$

Tal como se conoce previamente, la distancia Ds recorrida por el vehículo 3 durante la unidad de tiempo Dt puede medirse, por ejemplo, mediante un sensor de medición de distancia 18 instalado en una rueda o transmisión del vehículo 3, por ejemplo, una rotación de medición de codificador de pulsos de la rueda. El ángulo Da girado por la rueda se puede convertir en una distancia Ds recorrida sobre el suelo cuando se conoce un coeficiente de medición de distancia C_{odo} , es decir, el radio de rodadura efectivo de la rueda.

$$Ds = C_{odo} Da \quad (10)$$

Sin embargo, no es una tarea sencilla determinar el radio de rodadura preciso eficaz de la rueda, ya que en el caso

de una máquina de manipulación de contenedores 3 que se desplaza sobre neumáticos de caucho, en particular, el radio de rodadura cambia, por ejemplo, cuando cambia la carga (por ejemplo, el peso de un contenedor que se transporta). El método de acuerdo con la invención proporciona una solución a este problema y una forma precisa de corregir un error en el coeficiente de medición de distancia efectiva del vehículo 3. A continuación, suponemos que el supuesto coeficiente de medición de distancia (C_{est}) es erróneo, de modo que:

$$C_{est} = K_{gain} C_{odo}, \quad (11)$$

donde K_{gain} difiere del valor 1, en cuyo caso, como comprenderá un experto en la materia, estamos midiendo una distancia recorrida demasiado larga o demasiado corta. Entonces, la distancia entre los puntos de inicio y final calculados a partir de la fórmula (9) también es errónea, de tal manera que:

$$DR_{est} = K_{gain} DR \quad (12)$$

Como se entenderá por los expertos en la materia, el error en el coeficiente de medición de distancia no tiene influencia en la determinación de la dirección DA del punto final según la fórmula (9). A continuación, se mostrará cómo el método de acuerdo con la invención resuelve un coeficiente de escalado desconocido K_{gain} .

Como también se conoce previamente, la dirección de desplazamiento relativa $\phi(t)$ del vehículo 3 puede determinarse, por ejemplo, por medio de un giroscopio de fibra óptica o FOG. En tal caso, el punto de navegación del vehículo 3 se selecciona típicamente para que sea una ubicación en la que la dirección de desplazamiento del punto de navegación es la misma que la dirección del cuerpo del vehículo. Esta ubicación, por ejemplo, en vehículos con ruedas delanteras de dirección (como un automóvil) reside en el eje trasero. Entonces es fácil de usar, por ejemplo, un sensor de giroscopio para medir ambos cambios en la dirección del cuerpo del vehículo 3 y la dirección de desplazamiento del vehículo. Como comprenderá un experto en la materia, el sistema de acuerdo con la invención también puede usar otros sensores que midan la dirección del cuerpo o la dirección de desplazamiento del vehículo. Por lo que respecta a la invención, es esencial observar que no se requiere una medición absoluta de la dirección de desplazamiento (por ejemplo, rumbo de brújula) a partir de la medición de la dirección, sino que una medición relativa de un cambio en la dirección de desplazamiento (por ejemplo, velocidad angular multiplicada por tiempo) será suficiente. Como entenderá naturalmente una parte de experto en la materia, un sensor que mide la dirección absoluta de desplazamiento también es adecuado, aunque no necesario, para implementar el sistema de acuerdo con la invención.

Una manera alternativa de acuerdo con la invención de la implementación de cálculo de estimación, es decir, la determinación del movimiento relativo (DX, DY), se basa en el posicionamiento GPS, en la monitorización y la integración de una fase de una onda portadora de señales GPS (intervalo Doppler acumulado) en particular. Como es sabido, al monitorizar la fase de la onda portadora L1 de las señales GPS, es posible determinar el movimiento relativo (DX, DY) de una antena GPS 12 con precisión, incluso con una precisión de centímetros, sin tener que resolver la ubicación de la antena GPS. El movimiento (DX, DY) determinado por este método también se determina en un sistema de coordenadas dirigido con respecto al suelo (por ejemplo, en un sistema de coordenadas WGS84), que proporciona al sistema de acuerdo con la invención una ventaja adicional que, sin embargo, es no necesario para la operación de la invención. Como sabe un experto en la materia, resolver la ubicación (diferencial) de la antena GPS 12 con una precisión correspondiente de centímetros requeriría el uso de un aparato GPS de doble frecuencia considerablemente más caro y la medición de dos ondas portadoras L1, L2. Además, determinar una ubicación absoluta mediante un método llamado RTK toma un tiempo considerablemente largo (hasta dos minutos) después de las pérdidas de señal GPS. En cambio, el movimiento relativo (DX, DY) de la antena GPS 12 puede ser en tiempo real, inmediatamente después de que sea visible un número suficiente de satélites.

A continuación, se explicará cómo el método de acuerdo con la invención opera por cálculo de estimación cuando los sensores 9 del vehículo 3 no ven continuamente dos puntos de referencia 11, 11 simultáneamente, o incluso un punto de referencia 11 constantemente. Supongamos que el sensor 9 del vehículo 3 ve el punto de referencia 1 en el momento $t = 0$, y el punto de referencia 2 en el momento $t = T$. La distancia (DR) se mueve entre la detección de los puntos de referencia ($t = 0 \dots T$) y la dirección con respecto a la dirección de inicio (DA) del vehículo, así como el cambio registrado en la dirección del vehículo $D\phi$ se ha medido por el método de cálculo de estimación antes descrito. Entonces, el grupo de ecuaciones de acuerdo con la fórmula (5) cambia a:

$$\begin{aligned} x_{b1} &= x_v + R_{c1} \cos(a_v + a_{c1}) \\ y_{b1} &= y_v + R_{c1} \sin(a_v + a_{c1}) \\ x_{b2} &= x_v + K_{gain} DR \cos(a_v + DA) + R_{c2} \cos(a_v + D\phi + a_{c2}) \\ y_{b2} &= y_v + K_{gain} DR \sin(a_v + DA) + R_{c2} \sin(a_v + D\phi + a_{c2}). \end{aligned} \quad (13)$$

Ahora, como entenderá un experto en la materia, las cuatro ecuaciones de fórmula (13) permiten resolver las cuatro incógnitas, a saber, la ubicación y la dirección inicial (x_v, y_v, a_v) del vehículo 3, así como el error del coeficiente de medición de distancia desconocido (K_{gain}). Como se mostró anteriormente, por el motivo de que el método no es esencial si el mismo sensor 9 ve los puntos de referencia 1 y 2 en los momentos 0 y T, o si dos sensores

diferentes (a y b) ven los puntos de referencia 1 y 2 en los momentos 0 y T. Como también se conoce la distancia recorrida entre los puntos de referencia y la posición (DR, DA, Dphi), también se conocen naturalmente la ubicación final y la dirección final del vehículo.

5 Como también se comprenderá por un experto en la materia, el cálculo de estimación puede utilizarse posteriormente (de acuerdo con la fórmula (7), por ejemplo) para mantener la información de ubicación en el vehículo 3 hasta que se detecte el siguiente punto de referencia 11. Como comprenderá un experto en la materia, el coeficiente de corrección (K_gain) del coeficiente de cálculo de estimación resuelto a partir de la fórmula 13 puede a partir de ahora ser utilizado en cálculo de estimación, por lo que una estimación estimada de acuerdo con la fórmula (7) sobre la ubicación del vehículo es considerablemente más precisa que sin la corrección descrita anteriormente de acuerdo con la invención.

10 En el sistema de acuerdo con la invención, los puntos de referencia 11 se puede proporcionar en el área del puerto adecuadamente separados, por ejemplo, a intervalos de 50 metros, por lo que, normalmente, los vehículos 3, tales como máquinas de manipulación de contenedores, ver al menos un punto de referencia 11 continuamente, excluyendo los descansos cortos, por ejemplo, cuando otra máquina de manipulación de contenedores 3 pasa por el punto de referencia. Como entenderá un experto en la materia, cuando el punto de referencia 11 es típicamente visible durante un período de tiempo más largo, es posible utilizar la detección más reciente para determinar los valores (R_c2, a_c2) de la fórmula (13) o, alternativamente, promediar las detecciones del mismo punto de referencia para mejorar la precisión de la medición.

15 Si los puntos de referencia 11 son idénticos entre sí en forma y tamaño, el método tiene, naturalmente, que mantener registros de qué detección 14 realizada por el sensor 9 corresponde a la qué punto de referencia. Cuando el vehículo con una precisión razonable conoce su ubicación actual y dirección (x_v, y_v, a_v), así como las ubicaciones conocidas (x_b, y_b) de los puntos de referencia, un experto en la materia entiende que la tarea es relativamente fácil, ya que entonces es posible clasificar por adelantado las detecciones 14 hechas dentro de un área determinada para asociarlas con un cierto punto de referencia 11. Además, las detecciones 14 que no coinciden con ningún punto de referencia conocido (o grupos de detección 14 que en forma y tamaño no correspondan a las dimensiones conocidas de los puntos de referencia) pueden rechazarse como ecos erróneos de otros objetos en el área del puerto.

20 Al iniciar el sistema, es posible comunicar por separado la ubicación inicial y dirección (x_v, y_v, a_v) del vehículo 3 al ordenador del vehículo o iniciar el sistema en alguna ubicación conocida, por ejemplo. También es posible usar un sistema de posicionamiento separado a instalarse en un vehículo, como un sistema GPS, para posicionar aproximadamente el vehículo. Entonces también es posible construir un sistema de posicionamiento combinado en el que la navegación realizada mediante puntos de referencia solo se usaría en áreas en las que el posicionamiento GPS no funciona, por ejemplo. En situaciones en las que un vehículo está provisto de sensores láser 9 en cualquier caso, por ejemplo, para evitar colisiones, una solución de combinación es rentable.

25 Las mediciones (a, R) realizadas por un sensor 9 se convierten en coordenadas (x, y) en el sistema de coordenadas L unido al sensor 9 y al vehículo 3. A continuación, en el caso de un punto de referencia cilíndrico 11, por ejemplo, en un sistema de puntos medido (x, y) se adapta un círculo cuyo centro (x_c, y_c) se resuelve, es decir, en un caso general, el centro de gravedad del punto de referencia 11. El centro de gravedad (x_c, y_c) del punto de referencia, a su vez, se convierte de nuevo en datos de distancia y dirección (R_c, a_c) en el sistema de coordenadas L unido al sensor 9. A continuación, los valores calculados se utilizan para determinar la ubicación y la posición (x_v, y_v, a_v) del sensor 9 y del vehículo 3 en el sistema de coordenadas G unido al suelo, utilizando la posición conocida (x_b, y_b) del punto de referencia 11 en el sistema de coordenadas G unido al suelo.

30 Las figuras 7 y 8 muestran diferentes técnicas para posicionar un vehículo en una situación en la que los puntos de referencia a veces desaparecen de la vista del vehículo. La técnica de la figura 7 es adecuada para una situación en la que, en un cierto punto de tiempo, que se designa como t = 0, se detecta un punto de referencia. En el momento t = 0, en la etapa 72, se miden la distancia y el rumbo desde el vehículo hasta este primer punto de referencia. Los resultados de la medición se almacenan para un procesamiento posterior. Entre los puntos de tiempo 0 y T, en la etapa 74, se registran el movimiento (DR, DA) y el cambio en la posición (Dphi) del vehículo. En el momento t = T, en la etapa 76, se miden la distancia y la dirección a otro punto de referencia. Ahora es posible resolver la ubicación y la posición del vehículo mediante la fórmula (13), por ejemplo.

35 La técnica de la figura 8 es adecuado para una situación en la que, en un momento determinado de tiempo, que se designa como t = 0, se detectan dos puntos de referencia. En el momento t = 0, en la etapa 82, se miden la distancia y la dirección desde el vehículo a estos dos puntos de referencia. Ahora es posible resolver la ubicación y la posición del vehículo mediante la fórmula (5), por ejemplo. Los resultados de la medición se almacenan para un procesamiento posterior. Entre los puntos de tiempo 0 y T, en la etapa 84, se registra el cambio en la posición (Dphi) del vehículo, y esta información se mantiene para un procesamiento posterior, al menos hasta que se detecte el siguiente punto de referencia. En el tiempo t = T, en la etapa 86, se miden la distancia y la dirección a un punto de referencia. Conociendo la posición, es posible resolver la ubicación del vehículo mediante la fórmula (3), por ejemplo.

Será evidente para una persona experta en la técnica que, con los avances de la tecnología, la idea básica de la invención se puede implementar de muchas maneras diferentes. La invención y sus realizaciones no se limitan a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para determinar una ubicación (x_v, y_v) de un vehículo (3) en un entorno provisto de una pluralidad de puntos de referencia (11, 11') cuya ubicación (x_b, y_b) es conocida, comprendiendo el sistema:
 - 5 - al menos un sensor de distancia de exploración (9) instalado en el vehículo (3) y configurado para medir la distancia (R_c) y la dirección (a_c) desde el vehículo (3) a al menos dos de la pluralidad de puntos de referencia (11, 11');
 - un dispositivo de procesamiento de datos configurado para:
 - almacenar en memoria la ubicación (x_b, y_b) de dichos al menos dos puntos de referencia;
 - 10 - determinar una ubicación inicial y el rumbo inicial del vehículo en función de las distancias (R_c) y de las direcciones (a_c) medidas a dichos al menos dos puntos de referencia (82, 72, 76), y en función de un movimiento registrado (DR, DA; DX, DY) y del cambio de rumbo (Dphi), si lo hay, entre las veces que se observan al menos dos puntos de referencia;
 - y cuando solo es visible un punto de referencia, el dispositivo de procesamiento de datos está configurado para:
 - registrar un cambio en el rumbo (Dphi) y mantener los datos del rumbo (84) del vehículo (3);
 - 15 - medir la distancia (R_c) y la dirección (a_c) al único punto de referencia;
 - determinar una ubicación actualizada basada en al menos la ubicación (x_b, y_b) de dicho único punto de referencia, así como la distancia (R_c) y la dirección (a_c) desde el vehículo (3) a dicho único punto de referencia.
- 20 2. El sistema según la reivindicación 1, configurado además para determinar dicho cambio en la ubicación (DX, DY) del vehículo (3) utilizando posicionamiento satelital.
3. El sistema según la reivindicación 1, configurado además para determinar dicho cambio en la ubicación (DX, DY) del vehículo (3) monitorizando una dirección de desplazamiento del vehículo, así como un sensor de medición de distancia (18) instalado en el vehículo, cuyos datos de calibración (C_odo) se basan en los datos de ubicación conocidos sobre los puntos de referencia (11).
- 25 4. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para determinar la ubicación del vehículo (3) empleando el cálculo de estimación si dicho al menos un punto de referencia es indetectable.
5. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado además para determinar una forma de dicho al menos un punto de referencia midiendo una pluralidad de direcciones y distancias al punto de referencia a intervalos de tiempo lo suficientemente cortos para permitir un movimiento del vehículo durante la medición de la pluralidad de direcciones y distancias a ignorar.
- 30 6. El sistema según la reivindicación 5, en el que dicho al menos un punto de referencia (11) es cilíndrico.
7. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor de distancia (9) es un sensor láser.
8. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para ralentizar o detener el vehículo sobre la base de un obstáculo detectado por el sensor de distancia (9) en la dirección de desplazamiento del vehículo.
- 35 9. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para controlar el vehículo (3) automáticamente.
10. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el vehículo (3) es una máquina de manipulación de contenedores.
- 40 11. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para determinar un sitio de descarga (6, 7) de carga (1) transportado por el vehículo (3) determinando la ubicación del vehículo en el momento en que el vehículo (3) descarga la carga (1).
- 45 12. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para identificar la carga (1) sobre la base del sitio (6, 7) desde el cual el vehículo (3) recoge la carga (1).
13. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el vehículo (3) está configurado para moverse sin tripulación.
14. Un método para determinar una ubicación (x_v, y_v) de un vehículo (3) en un entorno provisto de una pluralidad

de puntos de referencia (11, 11') cuya ubicación (x_b , y_b) es conocida, comprendiendo el método las siguientes etapas realizadas mediante un dispositivo de procesamiento de datos:

- almacenar en memoria la ubicación (x_b , y_b) de dichos al menos dos de la pluralidad de puntos de referencia; y
- 5
- determinar una ubicación inicial y el rumbo inicial del vehículo en función de las distancias (R_c) y de las direcciones (a_c) medidas a dichos al menos dos puntos de referencia (82, 72, 76), y en función de un movimiento (74) registrado (DR, DA; DX, DY) y del cambio de rumbo (Dphi), si lo hay, entre las veces que se observan al menos dos puntos de referencia;
 - y cuando solo un punto de referencia es visible:
- 10
- registrar un cambio en el rumbo (Dphi) y mantener los datos del rumbo (84) del vehículo (3);
 - medir la distancia (R_c) y la dirección (a_c) al único punto de referencia;
 - determinar una ubicación actualizada basada en al menos la ubicación (x_b , y_b) de dicho único punto de referencia, así como la distancia (R_c) y la dirección (a_c) desde el vehículo (3) a dicho único punto de referencia.
- 15
15. Un producto de software en un medio de almacenamiento tangible para un dispositivo de procesamiento de datos en un vehículo (3) para determinar una ubicación (x_v , y_v) del vehículo en un entorno provisto de una pluralidad de puntos de referencia (11, 11') cuya ubicación (x_b , y_b) es conocida, comprendiendo el vehículo al menos un sensor de distancia de exploración (9) instalado en el vehículo (3) y configurado para medir la distancia (R_c) y la dirección (a_c) desde el vehículo (3) a dichos al menos dos puntos de referencia (11, 11'); cuyo producto de software controla el dispositivo de procesamiento de datos para realizar un método que comprende las siguientes etapas:
- 20
- almacenar en memoria la ubicación (x_b , y_b) de dichos al menos dos de la pluralidad de puntos de referencia; y
- 25
- determinar una ubicación inicial y el rumbo inicial del vehículo en función de las distancias (R_c) y de las direcciones (a_c) medidas a dichos al menos dos puntos de referencia (82, 72, 76), y en función de un movimiento (74) registrado (DR, DA; DX, DY) y del cambio de rumbo (Dphi), si lo hay, entre las veces que se observan al menos dos puntos de referencia;
 - y cuando solo un punto de referencia es visible:
- registrar un cambio en el rumbo (Dphi) y mantener los datos del rumbo (84) del vehículo (3);
- 30
- medir la distancia (R_c) y la dirección (a_c) al único punto de referencia;
 - determinar una ubicación actualizada basada en al menos la ubicación (x_b , y_b) de dicho único punto de referencia, así como la distancia (R_c) y la dirección (a_c) desde el vehículo (3) a dicho único punto de referencia.

Fig. 1

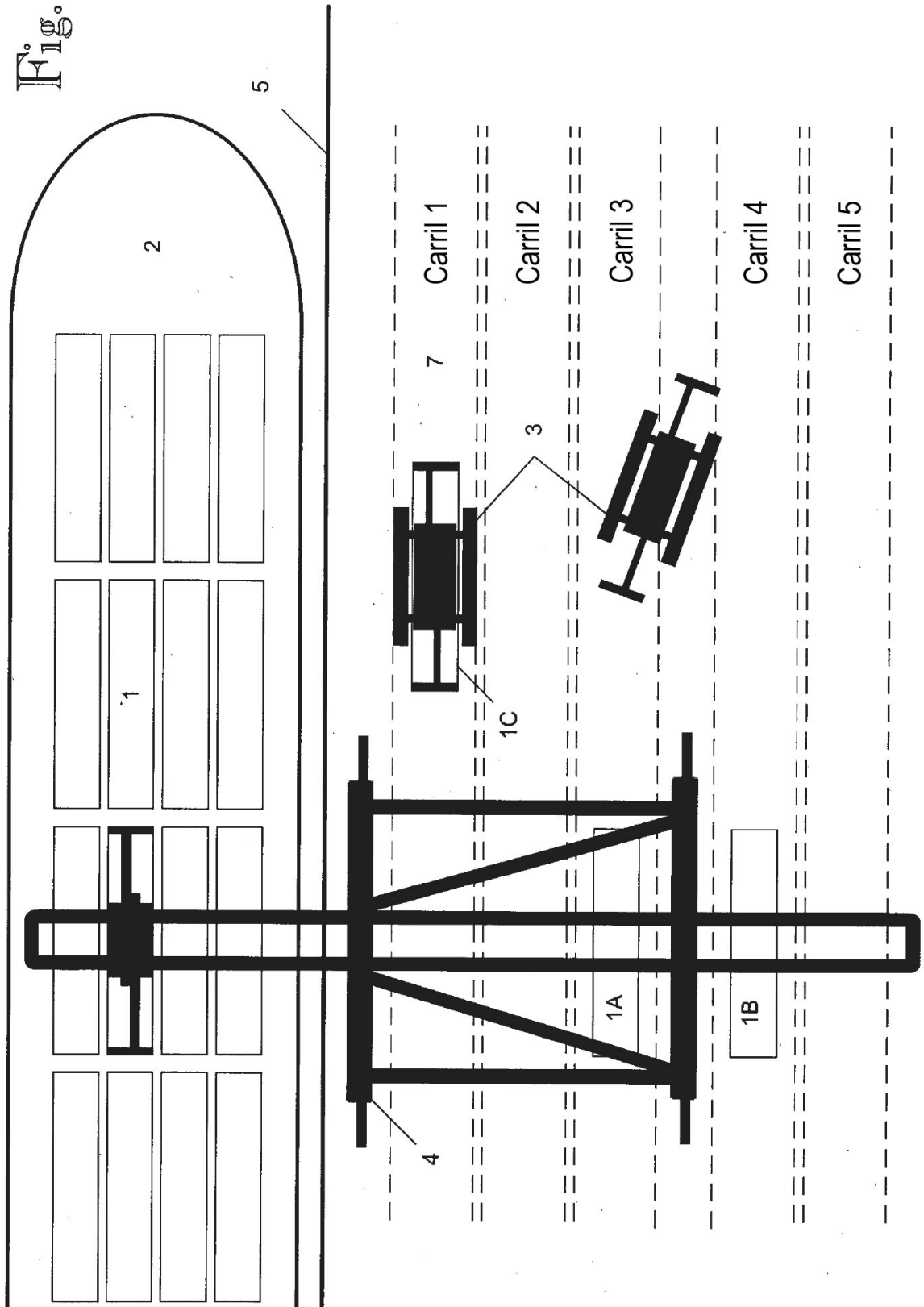


Fig. 2

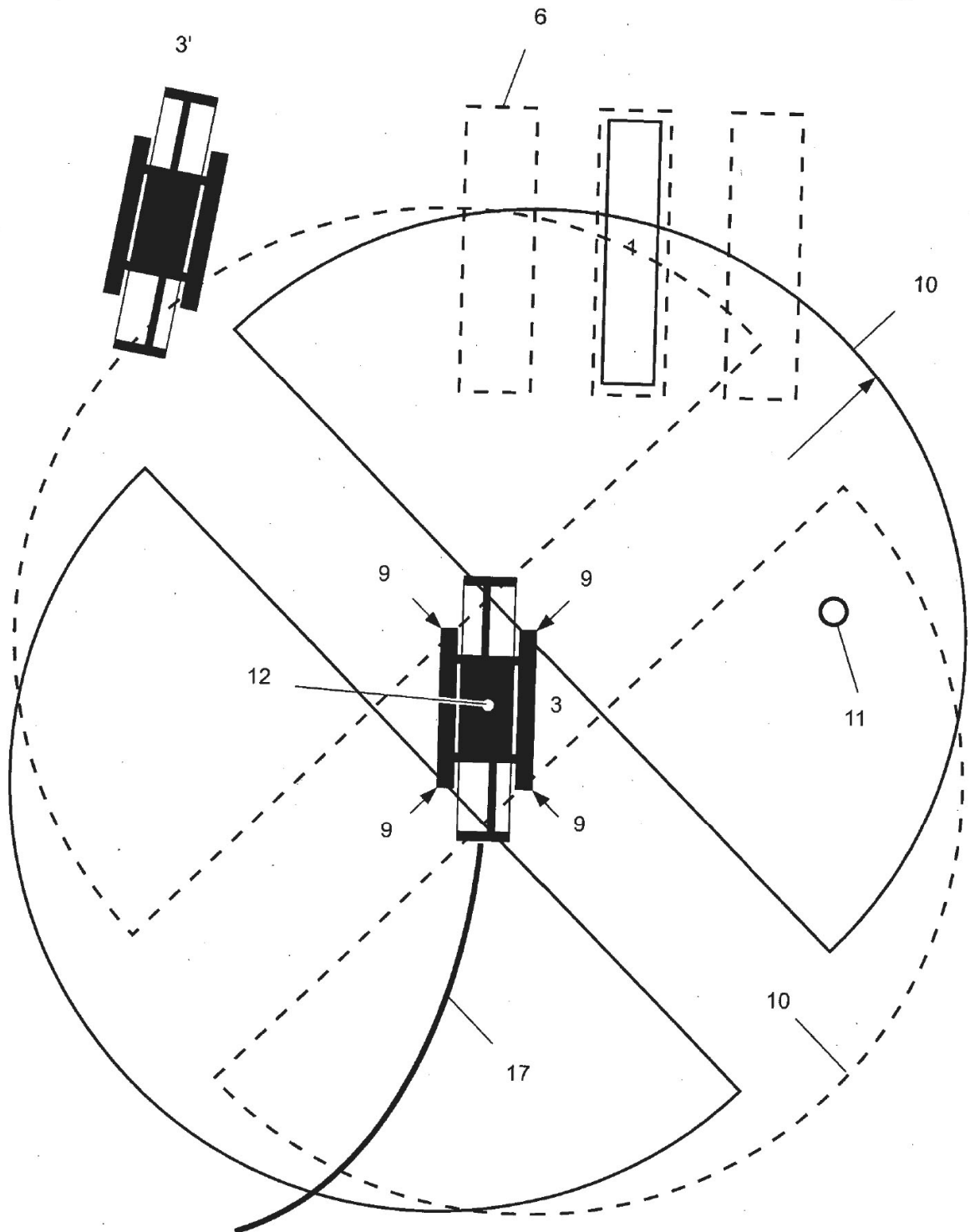


Fig. 3

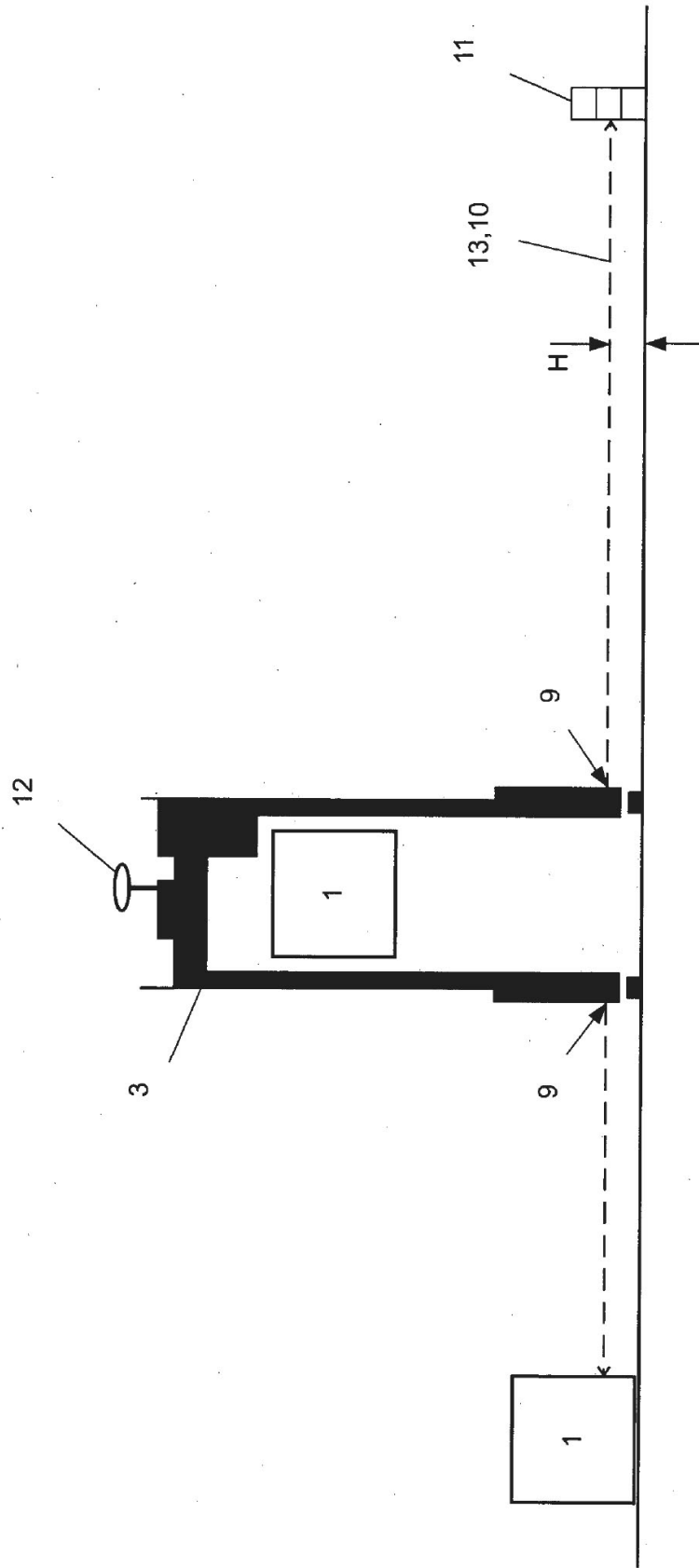


Fig. 4

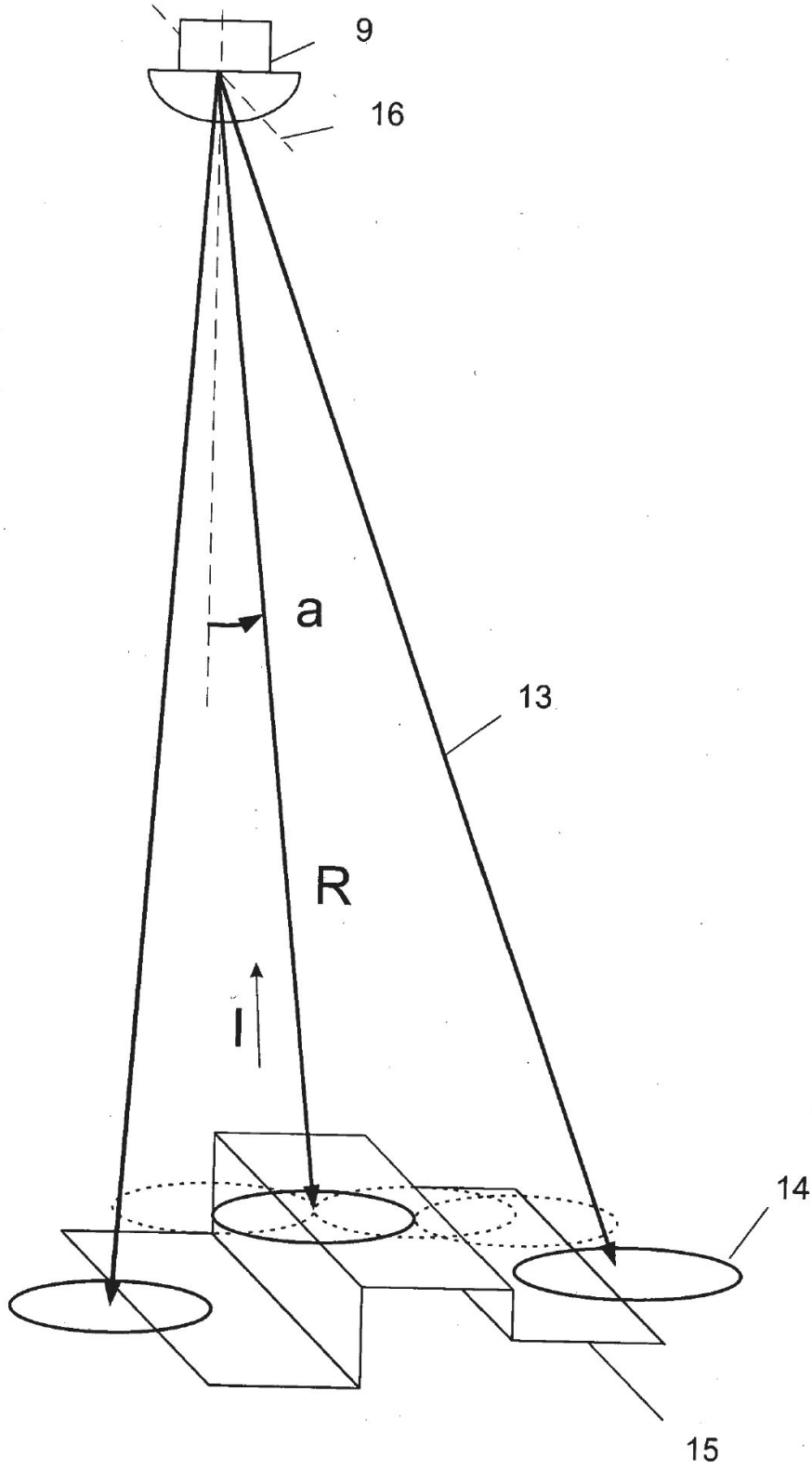


Fig. 5

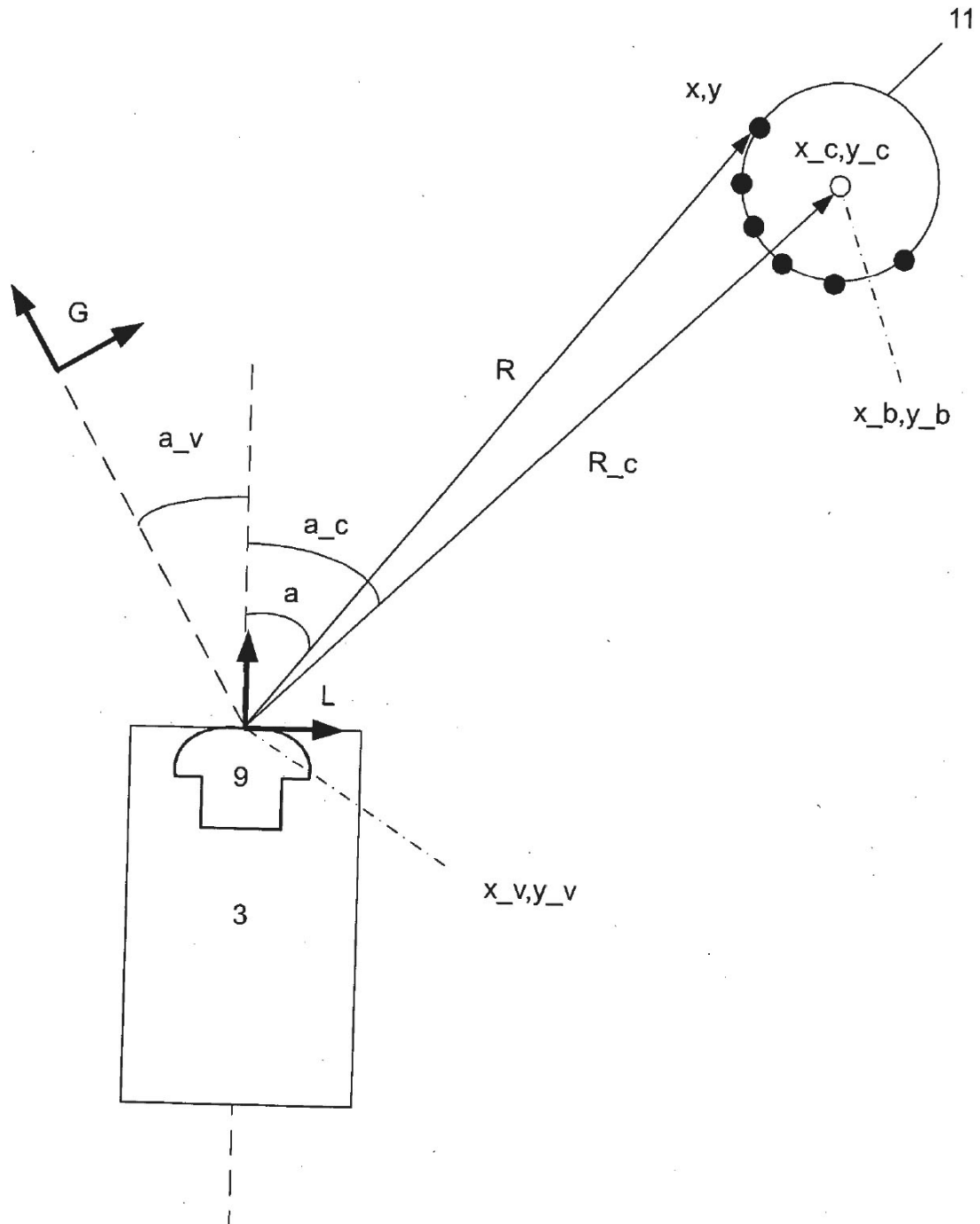


Fig. 6

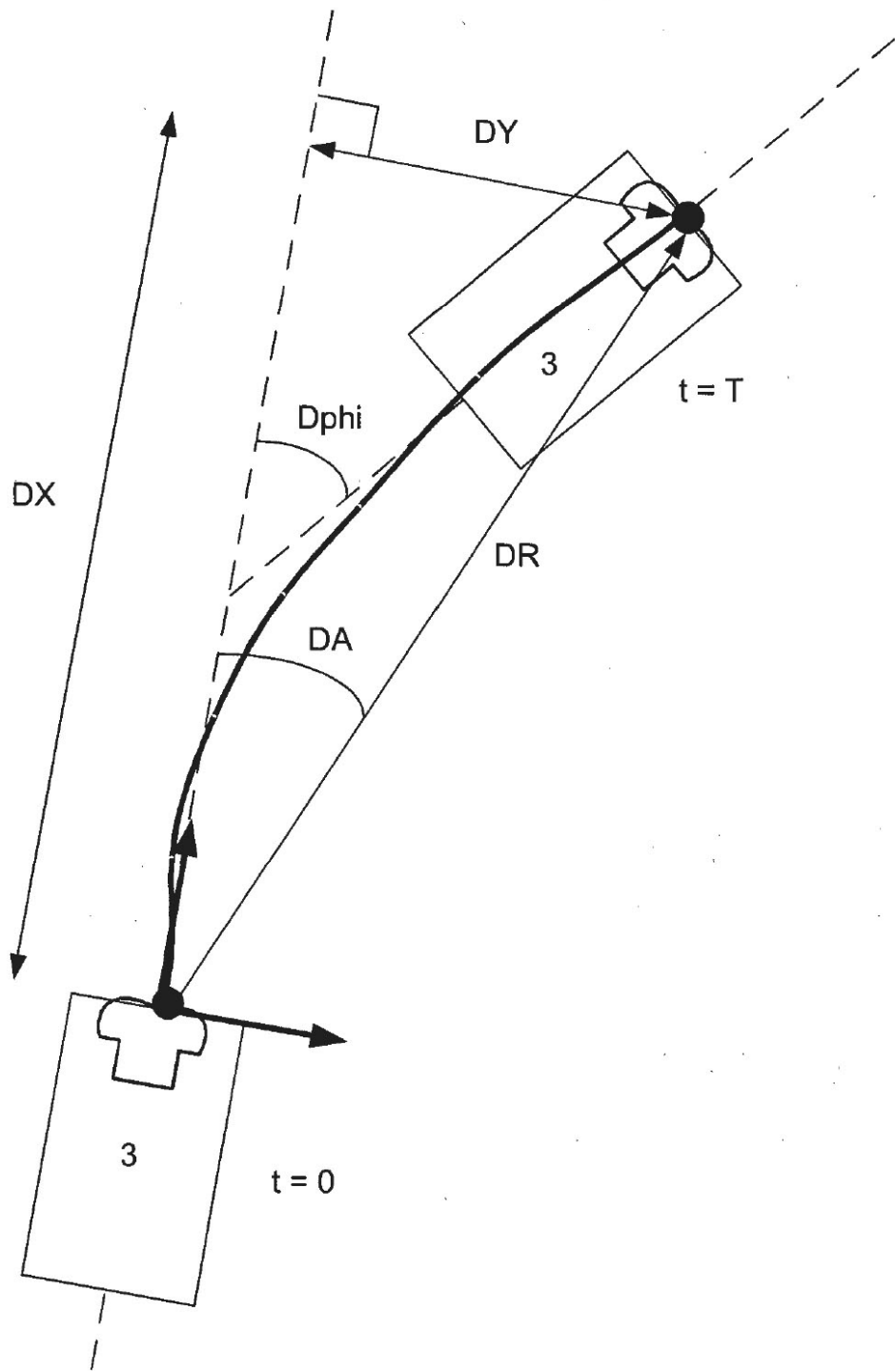


Fig. 7

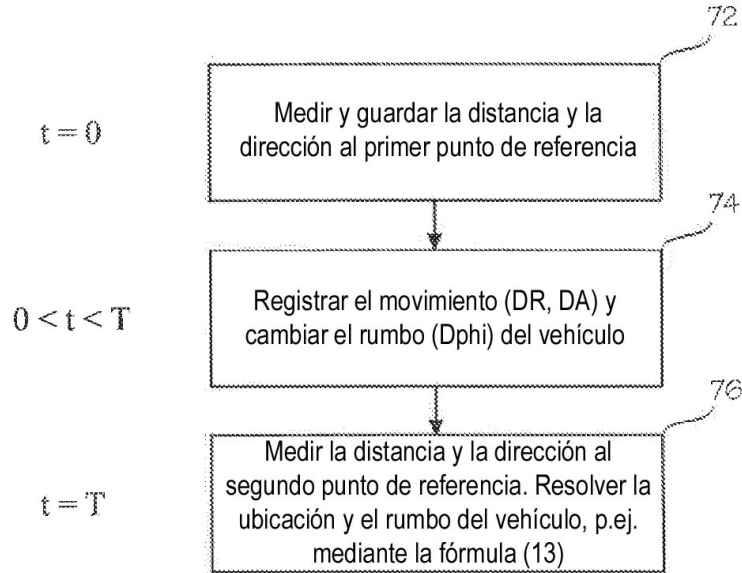


Fig. 8

