

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 509**

21 Número de solicitud: 201101119

51 Int. Cl.:

G05D 1/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

05.10.2011

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.04.2013

Fecha de la concesión:

26.02.2014

45 Fecha de publicación de la concesión:

05.03.2014

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE ALMERÍA (100.0%)
OTRI-JUAL EDIF. CAE CTRA. SACRAMENTO S/N
04120 ALMERÍA (Almería) ES**

72 Inventor/es:

**RODRÍGUEZ DÍAZ, Francisco De Asís;
GARCÍA DONAIRE, Julián;
GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Ramón;
PAWLOWSKI, Andrzej;
SÁNCHEZ-HERMOSILLA LÓPEZ, Julián;
GUZMÁN SÁNCHEZ, José Luis;
BERENGUEL SORIA, Manuel;
LÓPEZ HERNÁNDEZ, Juan Carlos;
BAEZA ROMERO, Esteban;
GÁZQUEZ GARRIDO, Juan Carlos y
PLAZA LEIVA, Victoria**

54 Título: **SISTEMA DE GUIADO PARA MOVIMIENTO AUTÓNOMO DE VEHÍCULOS EN ENTORNOS ESTRUCTURADOS.**

57 Resumen:

El objetivo de la invención es un sistema de guiado de vehículos autónomos mediante cámaras y/o fotodetectores para seguir una trayectoria, que se determina por un conjunto de emisores láser dispuestos en un entorno estructurado, por ejemplo, en los distintos pasillos de un invernadero, y que determina la trayectoria a seguir.

Para el establecimiento de la trayectoria a seguir, se dispone de diversos emisores láser colocados en los pasillos del invernadero, que estarán activos en función de los pasillos que deba recorrer el vehículo para describir la trayectoria prevista.

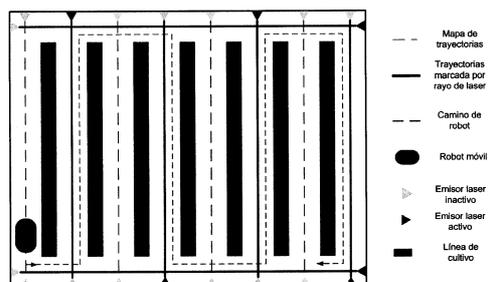


Figura 1

ES 2 401 509 B1

DESCRIPCIÓN

SISTEMA DE GUIADO PARA MOVIMIENTO AUTÓNOMO DE VEHÍCULOS EN ENTORNOS ESTRUCTURADOS

5

Sistema de guiado para movimiento autónomo de vehículos en entornos estructurados.

Sector de la técnica

- 10 La presente invención se incluye dentro del sector de la industria auxiliar de agricultura en general, y más concretamente en el sector de la industria dedicado a la fabricación de máquinas y equipos para la realización de operaciones agrícolas.

Estado de la técnica

15

Los sistemas de navegación usados actualmente para vehículos autónomos en entornos estructurados (por ejemplo un invernadero) son complejos y caros. Los más ampliamente usados se basan en técnicas de localización absoluta con sistemas basados en sistemas de posicionamiento global GPS (Global Positioning System) o mediante la utilización de balizas y guías AGV (Automatic Guided Vehicle), y en técnicas de localización relativa basadas en odometría. Los primeros presentan el inconveniente de la baja calidad de la señal en entornos cerrados y de un margen de error que los hacen poco eficientes en estos entornos, así como la necesidad de una gran inversión económica en instalación. Los sistemas basados en odometría presentan el problema de los errores acumulados en desplazamientos largos, lo que no los hace adecuados para grandes entornos estructurados, como un invernadero.

20

25

La patente E89304450 "Control de vehículo automático" presenta un sistema típico de localización usando balizas. El vehículo incorpora un sistema de láseres para reconocer marcas o balizas en el entorno. Dichas balizas están representadas por códigos de barras únicos, los cuales se utilizan para estimar la posición relativa del vehículo a través de triangulación (similar a como lo hace el GPS con satélites). La invención que se propone supone un avance respecto a este sistema, ya que el láser se utiliza para guiar al vehículo por una trayectoria definida y no para posicionarlo.

30

35

En la PCT/NL1998/000450 "Sistema y método para el control de vehículos", los autores presentan un sistema de guiado reactivo de un vehículo. La idea básicamente consiste en incluir en el escenario de trabajo del vehículo a automatizar un conjunto de marcadores - dispuestos a intervalos regulares en la superficie o paredes- para marcar la ruta que debería seguir el vehículo. Igual que antes, respecto a esta patente el sistema objeto de la invención se diferencia, porque propone un sistema de guiado basado en láseres sobre un entorno estructurado aunque, efectivamente, la trayectoria puede cambiar dependiendo de los láseres activos. La principal ventaja de este modo de operar es que los emisores láser siempre están colocados en una zona "visible" para el vehículo y por lo tanto no existe posibilidad de oclusiones de marcadores como podría ocurrir en el caso de la patente citada. Nótese que este caso es de especial relevancia en entornos tipo

40

45

invernadero donde el vehículo se encuentra en zonas no visibles para marcadores, debido a la presencia de las plantas, la mayor parte del tiempo.

5 En la patente E98306075 "Método y sistema para describir, generar y comprobar trayectorias sin cables para automóviles guiados de forma automática" se presenta un sistema de guiado semi-reactivo en el que inicialmente se especifica la trayectoria de referencia del vehículo (base de datos de coordenadas X,Y diferenciales). A medida que el vehículo se mueve en el entorno y obtiene realimentación de marcadores colocados en dicho entorno corrige de forma reactiva su trayectoria. En la invención que se
10 propone, no se especifica una trayectoria de referencia a priori, y por lo tanto el sistema de guiado es totalmente reactivo.

Descripción de la invención

15 La idea del sistema que se propone en la presente invención es similar al de usar guías monorraíles o guías magnéticas, con la diferencia de establecer la ruta mediante un emisor láser situado en el centro longitudinal del camino a recorrer (Figura 2). En este caso, el vehículo debería ir equipado con un conjunto de cámaras y fotodetectores que
20 permitan detectar la ruta marcada por la red de emisores láser. Estas cámaras estarán colocadas en la parte frontal y en los laterales del vehículo. Esta técnica ofrece una precisión aceptable en entornos con un elevado número de obstáculos, y el coste de implementación no es tan elevado como en el caso de guías monorraíles o el uso de balizas.

25 El sistema de guiado para la realización de trabajos en invernadero que se propone en la presente invención, supone una novedad en el campo del empleo de máquinas autónomas en la realización de operaciones en invernaderos, ya que permite automatizar cualquier tipo de vehículo y a un coste de ejecución reducido (adquisición de cámaras de
30 visión y emisores láseres). El empleo del sistema de guiado supone evitar la presencia de operarios en el invernadero para realizar operaciones peligrosas (tareas de pulverización), o bien la ayuda en tareas de recolección y transporte.

35 El sistema que se pretende patentar está formado de un sistema de visión compuesto por tres cámaras: una frontal y dos laterales, un conjunto de fotodetectores en la parte frontal y lateral del vehículo y un sónar frontal.

40 La cámara frontal recoge las imágenes de una pantalla sobre la que incide el puntero láser. Mediante un algoritmo de visión artificial se determinará la posición de punto láser respecto al centro de la pantalla. De esta forma, se modificará la orientación del robot de acuerdo a la desviación estimada respecto al centro de la pantalla.

45 Las dos cámaras de visión situadas en ambos laterales, en combinación con fotodetectores, determinan los giros que debe experimentar el vehículo para seguir el camino adecuado, mediante la detección de un haz láser proveniente del pasillo lateral.

5 Durante la circulación por el pasillo, las cámaras laterales se mantienen inactivas, siendo la cámara frontal la que se encarga de dirigir la trayectoria del vehículo. Las imágenes captadas por las cámaras laterales se utilizan para detectar el láser que indica el cambio de trayectoria a seguir cuando la distancia detectada por el sónar frontal del vehículo es menor a un umbral que indica el final del pasillo.

10 El algoritmo de visión artificial se basa, primero, en realizar un proceso de corrección de imagen (realzado), posteriormente, se realizará un proceso de segmentación para diferenciar las partes que componen la imagen. De esta forma podrá detectar el punto correspondiente al lugar donde ha incidido el rayo láser. A continuación, se calcula la desviación de dicho punto (distancia euclídea) con respecto al punto central de la imagen (centro del pasillo). Finalmente, utilizando los parámetros de calibración de la cámara, esta desviación se pasará de unidades de imagen (píxeles) a unidades métricas, estimando por tanto la desviación con respecto al centro del pasillo del vehículo. Esta medida se
15 utilizará por controladores de bajo nivel que generan las señales de control apropiadas para mover las ruedas del vehículo.

20 Para poder marcar la ruta que debe seguir el vehículo en el interior del invernadero se ha establecido una malla de emisores láser entre todos los pasillos del invernadero (ver Figura 1). Dicha malla de emisores se encuentra conectada a un bus de campo conectado a su vez de forma remota a un computador. La forma de controlador el estado de los emisores es la siguiente.

25 Primero, el usuario establece desde el ordenador la ruta que debe seguir el robot. Posteriormente, se encienden los primeros láseres para marcar la ruta inicial del robot. A medida que el robot se mueve por el invernadero indica al ordenador remoto los pasillos por los que se ha movido, en este momento el ordenador remoto apaga los láseres de los pasillos pasados y enciende los nuevos láseres. De esta forma progresiva, se establece la ruta de referencia a seguir minimizando el consumo de energía por parte de los emisores
30 láseres.

Breve descripción de las figuras

35 Para la mejor comprensión de cuanto queda descrito en la presente memoria, se acompañan unos dibujos en los que, tan sólo a título de ejemplo, se incluyen las figuras 1 a 4.

40 Figura 1: Muestra la disposición de los emisores láser en el invernadero, y se puede observar un ejemplo de trayectoria descrita donde se muestran qué láser se encuentra activo en cada momento con el fin de definir la trayectoria a seguir.

45 Figura 2: Muestra el proceso de detección del láser por parte del vehículo y cómo realiza el giro para continuar en la trayectoria deseada.

Figura 3: Muestra una vista en perspectiva del diseño del cabezal diseñado para la utilización de cámaras tanto frontales como laterales para la detección de las señales láser

que determinan la trayectoria a seguir. Dicho cabezal consta de soportes para tres cámaras, así como para las pantallas de detección de la señal luminosa de los láseres.

Figura 4: Muestra una vista en perspectiva de la ubicación del cabezal de soporte de las
5 cámaras. Dicho cabezal se colocará en la parte frontal de vehículo y a la misma altura que los sensores láser distribuidos por el lugar que determinan la trayectoria a seguir

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

10

El sistema de guiado basado en láser para el movimiento autónomo de vehículos en entornos estructurados debe constar de un panel frontal (diana) con una cámara enfocada a dicho panel. Así mismo, se dispone de fotodetectores o cámaras en los laterales del vehículo con sendas dianas. Mediante un algoritmo de visión artificial se
15 localizan los puntos de incidencia láser y se determina la trayectoria a seguir de acuerdo a la posición de dicho punto. Las imágenes captadas por las cámaras laterales se utilizaran para determinar cuándo se tiene que realizar los giros. En el entorno donde el vehículo va a moverse se dispondrá de una red o malla de emisores láser. El sistema de control del vehículo analizará la información obtenida de las dianas e indicará a las ruedas del
20 vehículo la dirección y la velocidad a la que deben moverse (control de bajo nivel). Previamente, el usuario o responsable de las tareas del vehículo autónomo "marcará" la ruta que seguirá el vehículo encendiendo o apagando los emisores láser correspondientes. Por tanto, el vehículo no podrá operar con un número de sensores inferior a tres (una cámara frontal y dos laterales o una cámara frontal y dos
25 fotodetectores). El algoritmo de visión artificial puede adaptarse según las condiciones de luz en las que el vehículo opere aunque como mínimo se requerirá de un proceso de segmentación de la imagen (identificación del punto de luz láser del fondo de la diana).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de guiado para movimiento autónomo de vehículos en entornos estructurados que comprende:
- a.- Un sistema de emisores láser distribuidos por el escenario de trabajo y que determinan la trayectoria a seguir por el vehículo.
- 10 b.- Un sistema de detección de señal láser formado por el uso de cámaras y fotodetectores.
- c.- Un cabezal de soporte para el sistema de detección de señal.
- 15 2. Sistema de guiado mediante cámara y láser para el movimiento autónomo de vehículos en entornos estructurados, según reivindicación 1 caracterizado porque el cabezal de soporte permite el alojamiento de las cámaras frontal y laterales, así como, la pantalla de detección y el sónar.
- 20 3. Sistema de guiado mediante cámara y láser para el movimiento autónomo de vehículos en entornos estructurados, según reivindicaciones 1 y 2 caracterizado por disponer de un sistema configurable de encendido/apagado de los emisores láser que definen la trayectoria a seguir.
- 25 4. Sistema de guiado mediante cámara y láser para el movimiento autónomo de vehículos en entornos estructurados, según reivindicaciones 1 a 3 caracterizado porque el sistema de encendido apagado puede controlarse a distancia mediante radio, wifi o similar.

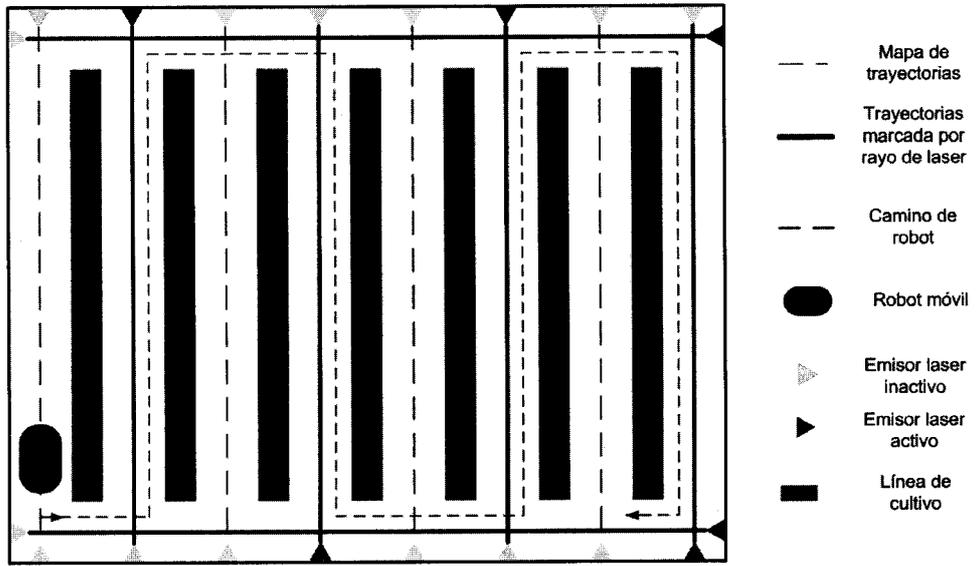


Figura 1

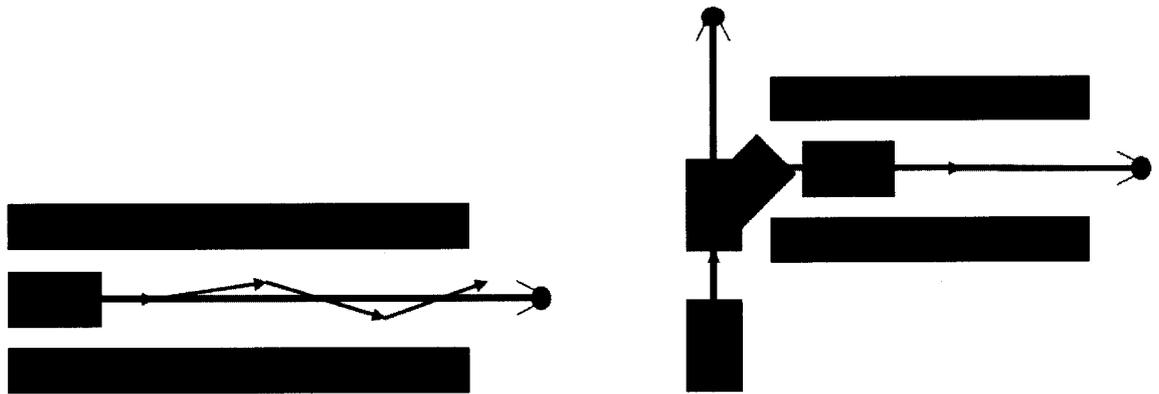


Figura 2

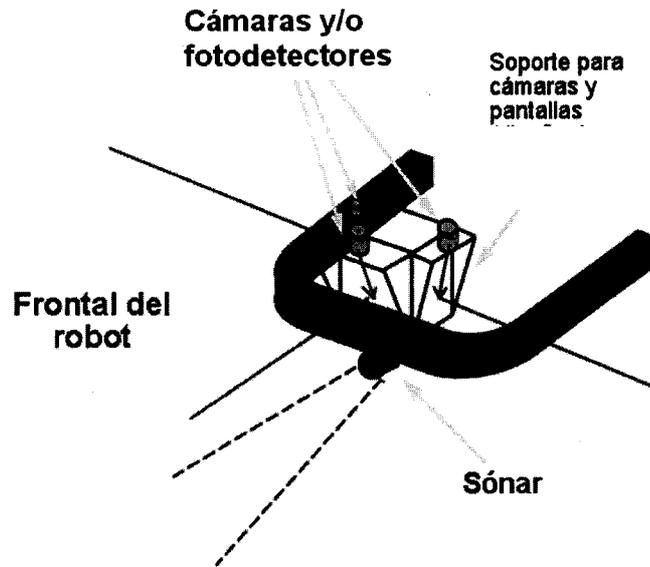


Figura 3

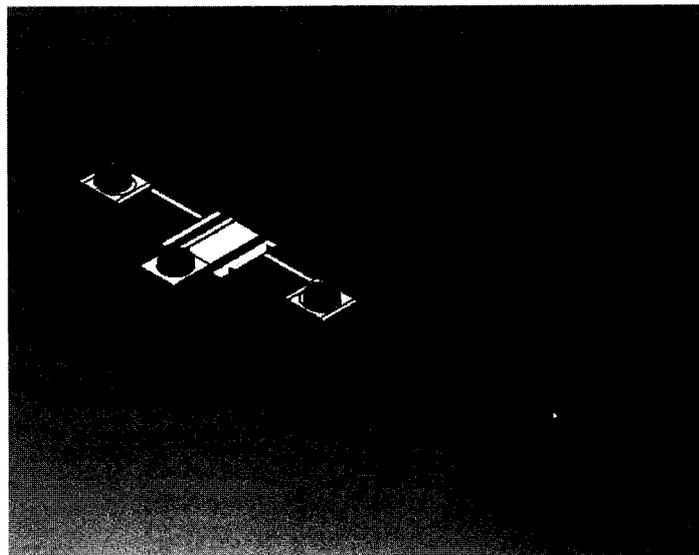


Figura 4



②¹ N.º solicitud: 201101119

②² Fecha de presentación de la solicitud: 05.10.2011

③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: **G05D1/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	Sistema de control basado en láser para la navegación autónoma de vehículos en plantaciones de viñedos y frutales. FRANCO PENIZOTTO et al. 18.11.2007, todo el documento.	1-4
Y	US 20070046500 A1 (WILLIAM J. HERBERT et al.) 01.03.2007, resumen; figura 1.	1-4
A	ES 2045423 T3 (THE GENERAL ELECTRIC COMPANY P.L.C.) 16.01.1994, reivindicaciones; figuras 1,3.	1-4
A	JP 63098707 A (NOMURA TAKEHIKO) 30.04.1988, Resumen WPI, base de datos EPODOC.	1-4
A	JP 20090007712 A (ASO KIMIMICHI et al.) 16.01.2009, Resumen WPI, base de datos EPODOC.	1-4
A	JP 19980078067 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 25.06.1998, Resumen WPI, base de datos EPODOC.	1-4
A	JP 2010161980 A (MAEKAWA SEISAKUSHO KK; UNIV TOHOKU) 29.07.2010, Resumen WPI, base de datos EPODOC.	1-4
A	US 20070100498 A1 (KOSEI MATSUMOTO et al.) 03.05.2007, resumen; figuras 1-4,7.	1-4
A	US 20100152944 A1 (KABUSHIKI KAISHA) 17.06.2010, todo el documento.	1-4
A	US 20110199234 (GEORGE BUTLER et al.) 18.08.2011, párrafos 0028-0038; figuras 1-3.	1-4
A	WO 2004028881 A1 (SIEMENS) 08.04.2004, resumen; figuras 2,3.	1-4

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
29.01.2013

Examinador
G. Foncillas Garrido

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G05D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.01.2013

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-4	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-4	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

Consideraciones:

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	Sistema de control basado en láser para la navegación autónoma de vehículos en plantaciones de viñedos y frutales. FRANCO PENIZOTTO et al. 18.11.2007, todo el documento.	
D02	US 20070046500 A1 (WILLIAM J. HERBERT et al.)	01.03.2007

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11,1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Reivindicación 1

El documento más próximo al objeto de la invención es D01, dicho documento presenta un sistema de control basado en láser para la navegación autónoma de vehículos en plantaciones de viñedos y frutales, en concreto incorpora láseres, cámaras, foto detectores, sistemas de odometría etc... que le permiten poder moverse evitando colisiones con plantas, paredes u otros obstáculos.

La diferencia con el objeto de la solicitud radica en la utilización de un haz de laser que dirige el vehículo por un camino prefijado.

En el documento D02 se establece un sistema de guiado basado en la emisión de un haz de laser.

En base a dicha combinación se establece que un experto en la materia podría establecer un sistema de guiado de un vehículo sobre un camino determinado bajo dichos láseres.

No obstante se deben considerar los documentos citados en el presente informe, donde se pone de manifiesto que la utilización de los elementos o dispositivos citados en la solicitud son de conocimiento común y por tanto no implicarían un avance en el estado de la técnica que nos ocupa.

Por tanto, la reivindicación 1 es nueva (Artículo 6 LP) pero carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Reivindicaciones 2 -4

Según lo indicado, se consideran que dichas reivindicaciones son nuevas (Artículo 6 LP) pero carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).