



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 369 483**

51 Int. Cl.:
G01N 21/53 (2006.01)
G01S 17/95 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05815854 .4**
96 Fecha de presentación : **19.10.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1802960**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.07.2007**

54 Título: **Dispositivo de medición de la distancia de visibilidad.**

30 Prioridad: **19.10.2004 FR 04 11061**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2011

73 Titular/es: **LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS
ET CHAUSSEES**
58, Boulevard Lefèbvre
75015 Paris, FR
**Institut National de Recherche Sur les Transports
et leur Securite (INRETS)**

72 Inventor/es: **Hautiere, Nicolas;**
Labayrade, Raphaël y
Aubert, Didier

74 Agente: **Veiga Serrano, Mikel**

ES 2 369 483 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

Dispositivo de medición de la distancia de visibilidad.

5 **Sector de la técnica**

La presente invención tiene por objeto un dispositivo de medición de la distancia de visibilidad, concretamente, pero no exclusivamente, destinado a montarse en un vehículo.

10 **Estado de la técnica**

La definición que se toma generalmente de la distancia de visibilidad y más particularmente de la distancia de visibilidad meteorológica es la siguiente: es la distancia más allá de la cual un objeto negro de dimensión conveniente se percibe con un contraste inferior a un valor predeterminado del orden del 2 al 5%. Además, se define comúnmente el contraste entre dos objetos mediante la fórmula de Michelson:

$$C = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max} + L_{\min}}$$

En esta fórmula, L_{\max} designa la luminancia del objeto más claro y L_{\min} la luminancia del objeto más oscuro.

Pueden usarse otras fórmulas, por ejemplo el contraste de Weber:

$$C = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\min}}$$

El cálculo de la distancia de visibilidad, y más precisamente de visibilidad meteorológica, presenta al menos dos intereses. En primer lugar, la medición de la distancia de visibilidad por sí misma permite proporcionar por ejemplo al conductor de un vehículo una información que le permitirá adaptar su conducción a las condiciones de visibilidad. Por otro lado, la medición de la distancia de visibilidad meteorológica no sirve sólo para un sistema de detección de objetos. Más generalmente, puede servir para cualquier asistencia a la conducción que requiera una percepción de determinados componentes del entorno, por ejemplo para una aplicación de detección de la carretera.

El uso de la medición de la distancia de visibilidad meteorológica para las asistencias a la conducción no se reduce al ajustar el sensor de mediciones. La asistencia a la conducción, cuando se conoce la visibilidad, puede avisar por ejemplo al conductor de que su funcionamiento está degradado o incluso de que está desactivada ya que se encuentra fuera de su rango de funcionamiento.

Gracias a los documentos US 2003/0197867, US 6362773 y US 6208938 se conocen diferentes dispositivos para calcular una distancia de visibilidad.

El primer documento (US2003/0197867) propone así varios dispositivos.

Un primer dispositivo es un dispositivo que comprende una cámara instalada en un puesto fijo, delante de la cual se disponen objetivos específicos a diferentes distancias.

A partir de una imagen captada por la cámara, el dispositivo establece una curva representativa de los niveles de contraste para los diferentes objetivos, en función de la distancia. Para cada objetivo, el nivel de contraste tomado se calcula calculando la media de los contrastes de un porcentaje predeterminado de los píxeles de mayor contraste, en el objetivo considerado; calculándose el contraste para cada píxel de este objetivo.

Basándose en esta curva, el dispositivo determina una distancia de visibilidad.

Se entiende que el dispositivo debe identificar, en la imagen, los diferentes objetivos con el fin de calcular el nivel de contraste para los mismos.

Según una variante de este dispositivo, durante la identificación de los objetivos, y aunque la posición en la imagen de los diferentes objetivos se conozca *a priori*, el objetivo más próximo a la cámara se identifica en primer lugar en la imagen. Este objetivo es en efecto el más fácil de identificar en la imagen. Esta precaución pretende garantizar la correcta identificación de los objetivos en la imagen, aunque la cámara se haya movido con respecto a la escena.

El primer documento mencionado anteriormente también presenta un dispositivo de determinación de la visibilidad relativa, con ayuda de una cámara. Este dispositivo no requiere el uso de objetivos específicos.

ES 2 369 483 T3

Este dispositivo permite determinar, o bien para el conjunto de una imagen captada por la cámara, o bien solamente para partes de esta imagen, la visibilidad relativa. Se trata de una razón entre la visibilidad constatada en la imagen, y una visibilidad de referencia. Eventualmente, también puede determinarse la distancia entre las diferentes partes de imagen y la cámara, lo que permite al dispositivo proporcionar la información de visibilidad relativa en función de la distancia.

Objeto de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo susceptible de embarcarse en un vehículo que permita, en todas las situaciones de visibilidad, calcular la distancia de visibilidad meteorológica para el entorno del vehículo.

Para alcanzar este objetivo, según la invención, el dispositivo de determinación de la distancia de visibilidad en un paisaje comprende:

- una cámara para captar una imagen de dicho paisaje para el que debe determinarse la distancia de visibilidad;
- medios para memorizar dicha imagen;

estando el dispositivo caracterizado porque comprende además:

- medios de tratamiento de la imagen para detectar si un píxel de la imagen presenta un contraste superior a un valor predeterminado con respecto a al menos algunos de los píxeles adyacentes;
- medios para aplicar sucesivamente a los píxeles de la imagen dicho tratamiento de detección de contraste desde el píxel correspondiente a la mayor distancia entre un punto del paisaje y la cámara, y hasta que se detecta que un píxel, denominado primer píxel, presenta un contraste que cumple la condición de contraste,
- medios para asociar a cada píxel de la imagen una información representativa de la distancia entre el punto del paisaje correspondiente a dicho píxel y la cámara, mediante lo cual se obtiene un mapa de las distancias, consistiendo dichos medios en medios elegidos del grupo que comprende o bien otra cámara adecuada para captar una segunda imagen del mismo paisaje con un ángulo diferente para obtener un efecto de estereovisión y medios de tratamiento de los píxeles de las dos imágenes para deducir una información representativa de la distancia de cada píxel de la primera imagen, o bien medios de telemetría adecuados para realizar un barrido de dicho paisaje para asociar a cada píxel de la imagen una información representativa de la distancia; y
- medios para asociar a dicho primer píxel una información de distancia a partir de dicho mapa de distancias, siendo esta información de distancia la distancia de visibilidad.

Se entiende que el dispositivo de determinación de la distancia de visibilidad comprende una cámara para captar una imagen del paisaje en el que se desea determinar dicha distancia, medios para asociar a cada píxel de la imagen una información representativa de la distancia entre el punto del paisaje correspondiente al píxel y la cámara y medios de tratamiento de esas informaciones. Los medios de tratamiento permiten poner en práctica un algoritmo de medición de contraste aplicando la fórmula de Michelson o cualquier otra fórmula de contraste y medios para aplicar sucesivamente a los píxeles de la imagen el tratamiento de detección de contraste mediante barrido de la imagen desde el de la imagen una información representativa de la distancia entre el punto del paisaje correspondiente al píxel y la cámara y medios de tratamiento de esas informaciones. Los medios de tratamiento permiten poner en práctica un algoritmo de medición de contraste aplicando la fórmula de Michelson o cualquier otra fórmula de contraste y medios para aplicar sucesivamente a los píxeles de la imagen el tratamiento de detección de contraste mediante barrido de la imagen desde el píxel correspondiente a la mayor distancia con respecto a la cámara hasta que se detecta que un píxel presenta un contraste superior al valor predeterminado. La distancia entre el punto del paisaje correspondiente al primer píxel que presenta el contraste predeterminado y la cámara proporciona la distancia de visibilidad y más precisamente la distancia de visibilidad meteorológica.

Según la invención, y en el primero de los dos modos de puesta en práctica de la invención, los medios para asociar a cada píxel de la imagen una información representativa de la distancia comprenden una segunda cámara de captación de imágenes. La información representativa de la distancia se extrae entonces de los medios conocidos de la imagen en estereovisión que se obtiene así con ayuda de las dos cámaras.

Según el segundo modo de puesta en práctica de la invención, los medios para asociar a cada píxel de la imagen una información representativa de la distancia comprenden un dispositivo de telemetría para realizar un barrido del paisaje delante de la cámara. Así puede asociarse a cada píxel de la imagen una información representativa de la distancia con respecto a la cámara proporcionada por el dispositivo de telemetría.

Descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán mejor tras la lectura de la siguiente descripción de varios modos de puestas en práctica de la invención facilitados a modo de ejemplos no limitativos.

- La figura 1 es una vista simplificada del primer modo de puesta en práctica del dispositivo de medición de la distancia de visibilidad;

- la figura 2 es un organigrama del procedimiento de tratamiento puesto en práctica por el dispositivo;

- la figura 3 es una vista simplificada del segundo modo de puesta en práctica del dispositivo de medición de la distancia de visibilidad.

Descripción de la invención

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1, va a describirse el primer modo de realización del dispositivo de medición de la distancia de visibilidad en el caso en el que está montado en un vehículo. Se han representado dos cámaras (12) y (14) montadas en la parte delantera del vehículo, y cuyos ejes x , x' e y , y' están orientados de tal manera que el conjunto de las dos cámaras (12) y (14) proporciona una imagen en estereovisión del paisaje delante del vehículo. Lo más habitual es que el paisaje contenga la carretera sobre la que se desplaza el vehículo. Preferiblemente, las cámaras (12) y (14) son cámaras digitales que proporcionan por tanto directamente la información relativa a los diferentes píxeles de la imagen en forma digital. También podrían usarse cámaras analógicas asociándolas a convertidores analógico-digital. La información digital correspondiente a las imágenes captadas respectivamente por las cámaras (12) y (14) se almacena en una memoria (16).

El tratamiento de la información relativa a esas dos imágenes se realiza por un conjunto de tratamientos (18), constituido esencialmente por un microprocesador (20), una memoria (22) de programa y una memoria (24) de datos. La memoria (22) de programa contiene en primer lugar un programa (Prog 1) de elaboración de un mapa de disparidades a partir de la información de píxeles de las dos imágenes almacenadas en la memoria (16). La memoria (22) también comprende un segundo programa (Prog 2) de cálculo de contrastes entre un píxel de la imagen y los píxeles del entorno por ejemplo mediante puesta en práctica de la fórmula de Michelson. La memoria (22) comprende un tercer programa (Prog 3) de barrido de los píxeles de la imagen del paisaje para poner en práctica sucesivamente, con ayuda del programa (Prog 2), el cálculo del contraste de cada píxel. Finalmente, un programa de determinación de la distancia de visibilidad (Prog 4) permite, cuando se ha detectado un píxel de contraste deseado, calcular la distancia efectiva entre el punto del paisaje asociado a ese píxel y la posición de la cámara para obtener así esta distancia de visibilidad. Finalmente, el dispositivo de medición comprende ventajosamente un sistema (26) de visualización que permite visualizar la distancia de visibilidad calculada anteriormente.

Ahora van a explicarse las diferentes etapas del tratamiento que permite obtener la distancia de visibilidad. Con ayuda del programa (Prog 1), el microprocesador (20) calcula un mapa de disparidades a partir de la información digital correspondiente a las dos imágenes captadas respectivamente por las cámaras (12) y (14). Este mapa de disparidades contiene por tanto información representativa de la diferencia de posición entre las imágenes captadas por las dos cámaras de un mismo punto del paisaje. La elaboración del mapa de disparidades se describe en "In-vehicle obstacles detection and characterization by stereovision, Raphael Labayrade, Didier Aubert, In Vehicle Cognitive Computer Vision Systems, ICVS, Gratz, 3 de abril de 2003".

El mapa de disparidades se almacena en la memoria (24) de datos y constituye el mapa de distancias. Evidentemente debe realizarse una calibración inicial de la instalación de medición. A partir del mapa de disparidades, el programa de barrido (Prog 3) realiza sucesivamente un barrido de los píxeles de la imagen comenzando por los píxeles correspondientes a la distancia más importante con respecto a la cámara. Para cada píxel, se pone en práctica el programa (Prog 2) de cálculos de contrastes. El programa (Prog 2) pone en práctica el algoritmo correspondiente a la fórmula de Michelson que se definió anteriormente o cualquier otra fórmula de medición del contraste elegida. Para calcular el contraste a partir de estas fórmulas, puede usarse el método de Köhler descrito en el artículo de R. Köhler "A segmentation technique based on thresholding CVGIP 15, 1981, páginas 319-338". En cuanto se asocia un píxel a un contraste superior a un valor predeterminado, y que en el ejemplo considerado es del 5%, el programa (Prog 4) interrumpe el barrido y calcula, a partir de la información contenida en el mapa de disparidades almacenado en la memoria (24), la distancia efectiva entre la cámara y el punto del paisaje correspondiente al píxel de la imagen que tiene el contraste requerido. Esta distancia se visualiza por ejemplo en el dispositivo (26) de visualización. Evidentemente, el cálculo de la distancia efectiva necesita una calibración inicial de la información proporcionada por las cámaras.

En el caso en el que el dispositivo está montado en un vehículo automóvil, la información de distancia de visibilidad que se calcula evidentemente a intervalos de tiempo predeterminados puede servir para controlar automáticamente una parte del funcionamiento del vehículo. Por ejemplo, esta información podrá permitir limitar la velocidad o controlar la distancia con respecto a un vehículo que precede al vehículo equipado con el dispositivo de medición en el caso en el que este mismo esté equipado con medios de medición de las distancias con respecto a otro vehículo.

Tal como ya se indicó, este valor de distancia de visibilidad también puede usarse para controlar un dispositivo de medición de las distancias de obstáculos con el que también estaría equipado el vehículo.

En el segundo modo de realización de la invención, la única diferencia con el primer modo de realización consiste en la definición de los medios que permiten asociar a cada píxel de la imagen una información representativa de la distancia entre el punto del paisaje asociado a un píxel y la cámara de captación de imágenes. Más precisamente, en este segundo modo de realización, la imagen en estereovisión se sustituye por una imagen simple y la información de

ES 2 369 483 T3

distancia se proporciona por un dispositivo (30) de telemetría que realiza un barrido del paisaje del que ha captado la imagen la cámara (12). La memoria asociada a los medios de tratamiento recibe por tanto, por un lado, la información digital correspondiente a los diferentes píxeles de la imagen captada y por otro lado la información de distancias proporcionada por el dispositivo de telemetría que constituye el mapa de distancias. Evidentemente, la cámara y el dispositivo de telemetría deben ser objeto de una calibración inicial. A partir de esta información, el tratamiento realizado por el microprocesador (20) es el ya descrito en relación con las figuras 1 y 2.

Más precisamente, el mapa de disparidades se sustituye por el conjunto de la información de distancias proporcionada por los medios de telemetría y el barrido de la imagen en función de la distancia se controla a partir de la información proporcionada por el propio dispositivo de telemetría.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de determinación de la distancia de visibilidad en un paisaje, que comprende:

- una cámara (12) para captar una imagen de dicho paisaje para el que debe determinarse la distancia de visibilidad;
- medios (16) para memorizar dicha imagen;

estando **caracterizado** dicho dispositivo porque comprende además:

- medios (18) de tratamiento de la imagen para detectar si un píxel de la imagen presenta un contraste superior a un valor predeterminado con respecto a al menos algunos de los píxeles adyacentes;

medios (18) para aplicar sucesivamente a los píxeles de la imagen dicho tratamiento de detección de contraste, desde el píxel correspondiente a la mayor distancia entre un punto del paisaje y la cámara, y hasta que se detecte que un píxel, denominado primer píxel, presenta un contraste que cumple la condición de contraste,

- medios para asociar a cada píxel de la imagen una información representativa de la distancia entre el punto del paisaje correspondiente a dicho píxel y la cámara, mediante lo cual se obtiene un mapa de las distancias, consistiendo dichos medios en medios elegidos del grupo que comprende o bien otra cámara (14) adecuada para captar una segunda imagen del mismo paisaje con un ángulo diferente para obtener un efecto de estereovisión y medios de tratamiento de los píxeles de las dos imágenes para deducir una información representativa de la distancia de cada píxel de la primera imagen, o bien medios (30) de telemetría adecuados para realizar un barrido de dicho paisaje para asociar a cada píxel de la imagen una información representativa de la distancia;

- y
- medios (18) para asociar a dicho primer píxel una información de distancia a partir de dicho mapa de distancias, siendo esta información de distancia la distancia de visibilidad.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho valor predeterminado corresponde a un contraste del 2 al 5%.

3. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque está montado en un vehículo.

4. Aplicación del dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 **caracterizado** porque determina la distancia de visibilidad en un paisaje que contiene al menos una carretera.

