

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 358 814**

21 Número de solicitud: 200801528

51 Int. Cl.:
G01N 21/55 (2006.01)
G08G 1/00 (2006.01)
E01F 9/015 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **23.05.2008**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **16.05.2011**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
16.05.2011

71 Solicitante/s: **Universidad de Alcalá
Plaza de San Diego, s/n
28801 Alcalá de Henares, Madrid, ES**

72 Inventor/es: **Lafuente Arroyo, Sergio;
Siegmann, Philip;
Maldonado Bascón, Saturnino;
López Sastre, Roberto J.;
Gómez Moreno, Hilario;
Gil Jiménez, Pedro;
Acevedo Rodríguez, Javier y
López Ferreras, Francisco**

74 Agente: **No consta**

54 Título: **Dispositivo para la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano de superficies retroreflectivas.**

57 Resumen:

Dispositivo para la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano de superficies retroreflectivas.

Presentamos un dispositivo para la evaluación automatizada del deterioro de superficies retroreflectivas, como pueden ser por ejemplo en las señales de tráfico. Esta evaluación se hace por medio de la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano con longitud de onda comprendida entre 700 y 1100 nm. aproximadamente. Para este propósito se utiliza una fuente de radiación y un sistema de adquisición de imágenes en el infrarrojo cercano, y un sistema de procesado de las imágenes. En este dispositivo, los vértices del cono de irradiación y de visión son prácticamente coincidentes, y se superponen total o parcialmente. Todas las superficies retroreflectivas que se encuentran en la zona donde se superponen los dos campos son susceptibles de ser evaluadas. Un procesado de imágenes las detecta y reconoce, y determina el valor de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano para cada elemento de superficie que compone cada una de las superficies retroreflectivas completas.

ES 2 358 814 A1

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano de superficies retroreflectivas.

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un dispositivo que permite evaluar automáticamente la capacidad retroreflectiva de superficies diseñadas para este propósito, y se encuentra dentro del campo de medidas electrónicas automáticas y sistemas de identificación de objetos.

10 Estado de la técnica

La mayoría de las superficies retroreflectivas, definidas como aquellas que reflejan la luz de forma eficiente en la misma dirección de incidencia (de regreso a su fuente), requieren de una revisión periódica de su capacidad retroreflectiva para mantener su buen estado de visibilidad cuando son iluminadas.

Como ejemplo de superficies retroreflectivas consideraremos las señales de tráfico, marcas viales y recursos viales. La superficie informativa de éstas está normalmente fabricada en un material de gran capacidad retroreflectiva, que con el tiempo tiende a deteriorarse y por lo tanto precisa de revisiones periódicas de su capacidad de retroreflejar por razones obvias de seguridad vial nocturna o con poca iluminación ambiental.

Hoy en día existen varios métodos para evaluar la visibilidad nocturna de las señales de tráfico:

En la actualidad la retroreflectividad de las superficies retroreflectivas se miden por medio de un dispositivo (“Retrorreflectometer”) que se posiciona manualmente sobre la superficie de la misma. Para el caso de las señales de tráfico, la tarea de medir de forma manual la retroreflectividad de cada una de las señales individualmente requiere mucho tiempo y resulta costoso.

En la patente [1] se presenta un retroreflectómetro por impulsos (“Impulse RM”). En este caso el aparato no necesita emplazarse directamente sobre la superficie, pero si se ha de dirigir hacia ésta y accionarse. El sistema mide la intensidad retroreflejada de un pulso láser. Se sigue pues precisando de un usuario que “apunte” y “dispare” el retroreflectómetro hacia cada una de las señales a medir, y la medida obtenida no es de toda la superficie, sino del área que comprende la mancha del haz láser.

En [2] se presenta una técnica para la medida de la retroreflectividad nocturna de señales en el que se hace uso de una serie de cámaras y de un flash como fuente luminosa de alta intensidad la cual también ha de dirigirse hacia la señal situada a una distancia de 60 m y accionarse. De la imagen de una de las cámaras y por medio de un computador, se obtiene un valor de la retroreflectividad de la señal que se almacena en una base de datos junto con los datos de localización de la misma obtenidos a través de un sistema GPS. También en este sistema se precisa de un usuario que maneje el dispositivo.

En la patente [3] se presenta un sistema que permite determinar la retroreflectividad de forma automatizada de las señales de tráfico dispuestas a lo largo de la vía. La fuente de luz es estroboscópica e ilumina un área a lo largo de la vía en la que al menos se incluya una superficie retroreflectiva, y un sistema de captura de imágenes, cuyo campo de visión coincide total o parcialmente con el área iluminada. Las imágenes adquiridas muestran valores altos de la intensidad correspondientes a las imágenes de las superficies retroreflectivas. Un posterior procesamiento de las imágenes identifica los valores de las intensidades con las señales de tráfico y obtiene un valor de retroreflectividad para cada una de ellas. El sistema puede pues determinar la retroreflectividad de cada una de las señales a lo largo de la vía sin necesidad de orientarlo y accionarlo.

La invención que se presenta en la presente solicitud, es similar a [3], donde igualmente las superficies retroreflectivas se evalúan y clasifican de forma automatizada según su valor de la retroreflectividad. En esta aplicación se utiliza una fuente de luz visible, mientras que en la presente aplicación se usa una fuente de radiación en el infrarrojo cercano, lo cual evita el problema de deslumbramientos, resultando por lo tanto más conveniente, principalmente por motivos de seguridad, para el caso en que se desee evaluar la retroreflectividad de las señales de tráfico. Además existe una diferencia fundamental al utilizar una iluminación continua frente a la luz estroboscópica que exige tener funciones de sincronismo entre la captura y la iluminación.

Descripción de la invención

La medida de la retroreflectividad se realiza normalmente usando fuentes de luz visible de alta intensidad. Esto puede suponer un problema, concretamente de seguridad vial en el caso de las señales de tráfico, debido al efecto de deslumbramiento.

En la presente invención usamos radiación en el infrarrojo cercano (NIR), la cual no es visible para el ojo humano, para medir con ella la retroreflectividad en el NIR (R_{IR}). Como consecuencia, las unidades de R_{IR} ya no serán fotométricas (candelas/lumen) y por lo tanto no tendrán en cuenta el efecto de la sensibilidad del ojo humano a los colores. No obstante, el valor de R_{IR} obtenido para una superficie retroreflectiva, como puede ser el de una señal de tráfico, está directamente relacionado con el grado de deterioro del material retroreflectivo de la señal.

Descripción general

La presente invención describe un sistema automatizado para determinar la retroreflectividad en el infrarrojo cercano de superficies retroreflectivas. El sistema consta de tres partes que se muestran en la figura 1, y son:

1. Un subsistema de emisión de radiación en el infrarrojo cercano, (1), (abreviatura: fuente-NIR).
2. Un subsistema de adquisición de imágenes en el infrarrojo cercano, (2), (abreviatura: cámara-NIR).
3. Un subsistema de procesado de imágenes, (3).

Tal y como se muestra en la figura 2, la fuente-NIR emite prácticamente toda la radiación en un “cono de radiación”, (4), cuyo vértice se hace coincidir con el vértice que forma el “cono de visión”, (5), de la cámara-NIR. Tanto el campo de visión y el de irradiación se hacen coincidir total o parcialmente. De esta forma, la fuente-NIR y la cámara-NIR se fijan entre sí. Todas las superficies retroreflectivas irradiadas por la fuente-NIR y que caigan dentro del campo de visión, y que llamaremos “campo de evaluación”, (6), serán susceptibles de ser evaluadas según su valor de R_{IR} .

El subsistema de procesado de imágenes procesa las imágenes obtenidas por la cámara- NIR. Este procesado se divide en tres partes:

- 3.1. Detección de la superficie retroreflectiva.
- 3.2. Reconocimiento de la superficie retroreflectiva.
- 3.3. Determinación del valor R_{IR} de la superficie retroreflectiva.

El subsistema de procesado de las imágenes permite obtener de forma automatizada el valor R_{IR} de cada una de las superficies retroreflectivas detectadas y reconocidas que caigan dentro del campo de evaluación.

El conjunto del sistema se puede emplazar en un vehículo de tal forma que el campo de evaluación abarque el lateral de la vía en la que se encuentran las señales de tráfico, éstas se podrán evaluar según su valor R_{IR} de forma automatizada a medida que el vehículo se desplace a lo largo de la vía. En este caso los tres subsistemas estarán activados de forma continuada, y la velocidad del vehículo estará limitada por la velocidad de captura de imágenes y/o por la velocidad de procesado. Además de este modo de medida, el sistema puede funcionar “off-line” de tal forma que se almacenan todos los datos necesarios durante el recorrido y posteriormente se realiza el cálculo de la retroreflectividad.

Descripción detallada

Cualquier fuente de radiación suficientemente intensa que emita en el infrarrojo cercano (longitud de onda entre 700 a 1100 nm aprox.) y que emita la mayor parte de la intensidad en un cono lo suficientemente extendido es válida como fuente-NIR, este objetivo se puede conseguir con una fuente compuesta por un único elemento radiante o con un conjunto de elementos estratégicamente situados para obtener el perfil deseado.

Como subsistema de adquisición de imágenes en el infrarrojo cercano, cuyas componentes se muestran en la figura 1, se pueden utilizar cámaras con sensor matricial sensibles a la radiación del infrarrojo cercano, (7), como pueden ser CCD's (“Charge Coupled Device”) o CMOS (“Complementary Metal Oxide Semiconductor”), junto con el sistema de lentes, (8), encargado de formar imagen sobre el sensor matricial de las superficies retroreflectivas a evaluar. Antes del sensor-NIR, se pueden colocar opcionalmente uno o más filtros que dejen pasar solo la radiación infrarroja cercana, (9). Este filtro evita el efecto que otras posibles fuentes puedan producir en la medida de la retroreflectividad y, por lo tanto, no será necesario si éstas no existen.

Como subsistema de procesado de imágenes se puede utilizar una computadora con tarjeta de adquisición de imágenes, o una tarjeta electrónica diseñada exproceso, la cual incluiría un DSP (“Digital Signal Processor”).

Tal y como se muestra en la figura 1, el subsistema de emisión de radiación NIR y el subsistema de adquisición de imágenes se disponen de tal forma que queden lo más próximas posibles, irradiando y visualizando en la misma dirección entorno al eje óptico, (eje z), del sistema de lentes. Una forma de conseguir esto es utilizando como fuentes un conjunto de LED's (“Light Emitting Diodes”) de alta potencia que se disponen próximos entre sí y de forma circular entorno al sistema de lentes. Según se muestra en la figura 2, estos LED's deberán de irradiar todos en la dirección del campo de visión de la cámara, definiendo así el campo de evaluación, (6), como aquella zona visualizada por la cámara-NIR que está suficientemente irradiada por la fuente-NIR.

Capturada una imagen con la cámara-NIR del campo de evaluación, ésta será procesada por el subsistema de procesado de imágenes. El primer paso en el procesado de cada imagen es el de averiguar si hay superficies retroreflectivas, (10), en el campo de evaluación, como se muestra en la figura 2, si las hay, éstas serán reconocidas y finalmente se determinará su valor de R_{IR} .

ES 2 358 814 A1

La medida de la retroreflectividad-NIR de una superficie reflectiva se obtiene de la división del valor de la radiancia-NIR (L) entre la irradiancia-NIR (E)

$$R_{IR} = L / E. \quad (I)$$

El valor de la radiancia-NIR de la superficie retroreflectiva, S , se obtiene directamente de la medida de la intensidad en la imagen, S_{CCD} , de esta superficie, y vendrá dada en niveles de gris. Según se muestra en la figura 3, de la medida de la intensidad en un píxel, (i,j) de tamaño pxp , de la imagen de la superficie retroreflectiva obtendremos el valor de L_{ij} correspondiente a un elemento de superficie, ΔS_{ij} , de la superficie retroreflectiva. Obtendremos así un mapa de valores de radiancia-NIR para una superficie reflectiva correspondientes a un conjunto de los elementos de superficie que la componen. Como ejemplo de estas medidas se muestran las imágenes a, b, c y d de las 1ª columna de las figura 4, de una señal de tráfico "límite aconsejado 60".

Para obtener la irradiancia-NIR de cada elemento de superficie que componen el conjunto de la superficie reflectiva, se necesita conocer, para cada uno de estos elementos de superficie: La intensidad emitida hacia ésta, I_{ij} , su distancia con respecto a la fuente-NIR, d_{ij} , y su orientación relativa, δ_{ij} , respecto al haz de radiación-NIR, k_{ij} , que le llega, pues

$$R_{IR}(i,j) = \frac{L_{ij}}{I_{ij} \cos \delta_{i,j}} (d_{i,j})^2, \quad (II)$$

Por medio de una calibración se obtiene la intensidad emitida por la fuente en las distintas direcciones espaciales que comprende el campo de evaluación, $(\alpha_{ij}, \gamma_{ij})$. Esta calibración consiste en tomar una imagen con el dispositivo (fuente-NIR + cámara-NIR) de una superficie retroreflectiva patrón situada a una distancia suficientemente grande (mucho mayor a la distancia focal del sistema de lentes). Se obtiene de esta forma un mapa de distribución de irradiancia ($L_C(i,j)$) en todos los píxeles (i,j) de la imagen. Con esta imagen obtenemos la intensidad (I_{ij}) emitida por la fuente en la dirección espacial asociada a este píxel mediante la expresión

$$I_{i,j} = K \cdot L_C(i, j) \cdot (d_{0,c} / \cos \gamma_{i,j})^2, \quad (III)$$

donde K es un factor constante de pérdidas de la radiación retroreflejada, la división $d_{0,c} / \cos \gamma_{i,j}$ es la distancia de la fuente a cada elemento de superficie, ΔS_{ij} , de la superficie retroreflectiva patrón que forma imagen en el correspondiente píxel. $d_{0,c}$ es la distancia entre la fuente-NIR y la superficie retroreflectiva a lo largo del eje óptico, y γ_{ij} es el ángulo que forma k_{ij} con el eje óptico, éste ángulo se obtiene a partir de la posición del píxel (i,j) correspondiente,

$$\gamma_{i,j} = \arctan \left(\frac{p}{f} \sqrt{(i - i_0)^2 + (j - j_0)^2} \right), \quad (IV)$$

donde f es la distancia focal del sistema de lentes, p es el tamaño lateral del píxel que se ha supuesto cuadrado, y (i_0, j_0) es el píxel central de la imagen.

Para obtener la distancia, d_{ij} , entre la fuente-NIR y cada elemento de la superficie retroreflectiva hay varias formas. Una de ellas es obtenerla a partir del conocimiento del tamaño real de la superficie retroreflectiva (S), y del valor de la inclinación, γ' , de ésta con respecto al plano objeto (plano (x,y)), pues para $d \gg f$ se tiene que

$$d_{i,j} \cong \frac{f}{\cos \gamma_{i,j}} \left(1 + \sqrt{\frac{S \cos \gamma'}{S_{CCD}}} \right), \quad (V)$$

donde S_{CCD} es el tamaño de la imagen de la superficie retroreflectiva.

La orientación relativa respecto al haz de radiación-NIR se puede obtener de

$$\cos \delta_{i,j} = \cos \gamma_{i,j} \cos \gamma' - \sin \gamma_{i,j} \sin \gamma' \cos(\alpha_{i,j} - \alpha'), \quad (VI)$$

donde α' es el ángulo en el plano objeto bajo el cual se ha producido la inclinación γ' , y $\alpha_{i,j}$ es la coordenada angular del píxel (i,j) sobre el plano imagen (que es la misma que la del correspondiente elemento de superficie $\Delta S_{i,j}$ de la superficie retroreflectiva sobre el plano (x,y)), se obtiene de

$$\alpha_{i,j} = \arctan\left(\frac{i-i_0}{j-j_0}\right). \quad (\text{VII})$$

Con las ecuaciones anteriores obtenemos finalmente para la retroreflectividad

$$R_{IR}(i,j) = \frac{C \cdot f^2 \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{S \cos \gamma'}{S_{CCD}}}\right)^2 L_{i,j}}{(\cos \gamma_{i,j} \cos \gamma' - \sin \gamma_{i,j} \sin \gamma' \cos(\alpha_{i,j} - \alpha')) \cos^2 \gamma_{i,j}}, \quad (\text{VIII})$$

donde los subíndices se refieren a los píxeles (i,j) , y donde C es el factor de calibración de la fuente-NIR sobre una superficie retroreflectiva patrón.

Las variables *a priori* no conocidas son S , α' y γ' . Como decíamos, un reconocimiento previo de la superficie retroreflectiva permite obtener S , esto es, en el caso de señales de tráfico el tamaño de la superficie está estandarizada y su reconocimiento nos daría esta información.

Los ángulos γ' y α' se refieren a la inclinación con respecto al plano (x,y) o plano objeto de la superficie retroreflectiva y a la dirección en la que se realiza esta inclinación. Una posibilidad de obtener esta información es mediante estereovisión, para lo que se necesitarían una o más cámaras adicionales [4]. Para el caso particular en que la superficie retroreflectiva estuviese perpendicular al eje óptico los ángulos de inclinación serían cero, y la ecuación (VIII) se reduciría a

$$R_{IR}(i,j) = C \cdot f^2 \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{S}{S_{CCD}}}\right)^2 \frac{L_{i,j}}{\cos \gamma_{i,j}}, \quad (\text{IX})$$

y no haría falta más que una única cámara.

Descripción de las figuras

La invención se ilustra con las siguientes figuras:

Figura 1. Se muestra esquemáticamente el dispositivo formado por la fuente-NIR, (1), la cámara-NIR, (2), y el subsistema de procesado de imágenes, (3). La fuente-NIR está constituida en este caso por un conjunto de cuatro LED's dispuestos entorno a la cámara-NIR, y próximos a esta. La cámara-NIR está constituida por un sensor matricial, (7), sensible a la radiación en el infrarrojo cercano, un sistema de lentes, (8), que forma imagen sobre este sensor, y un filtro de radiación, (9), que solo deja pasar la radiación con longitud de onda en el infrarrojo cercano (entre 700 y 1100 nm aprox.). El eje z es el eje óptico del sistema de lentes.

Figura 2. Se muestran esquemáticamente el dispositivo formado por la fuente-NIR, (1), y la cámara-NIR, (2), el cono que forma el campo de visión, (5), el cono que forma el campo de radiación, (4), y el campo de evaluación, (6), y una superficie retroreflectiva, (10), susceptible de ser evaluada.

Figura 3. Se muestran un conjunto de parámetros que intervienen en la evaluación de la retroreflectividad: La distancia, $d_{i,j}$, entre la fuente (situada próxima a la cámara) y el elemento de superficie retroreflectiva $\Delta S_{i,j}$, con vector normal n , las coordenadas angulares de cada elemento de superficie retroreflectiva ($\alpha_{i,j}$, $\gamma_{i,j}$) y su orientación relativa ($\delta_{i,j}$) respecto del haz incidente con vector de onda $k_{i,j}$. Se muestra también, de forma esquemática, la imagen, $(pxp)_{i,j}$, del elemento de superficie, $\Delta S_{i,j}$, que cae sobre el píxel, (i,j) , del sensor matricial, (7). La imagen se forma prácticamente a la distancia focal del sistema de lentes, (8), si el plano (x,y) en el que se encuentra la superficie retroreflectiva está suficientemente lejos ($\gg f$).

Figura 4. Se muestran en la primera columna, a, b, c y d, una serie de imágenes tomadas con el dispositivo descrito en la presente invención de una señal de tráfico orientada perpendicular al eje óptico y posicionada a distintas distancias ($d_1 \approx 20 \text{ m} > d_2 > d_3 > d_4 \approx 10 \text{ m}$) respecto al dispositivo. En la segunda columna, e, f, g y h, se muestran las

correspondientes imágenes procesadas obteniéndose las medidas de la retroreflectividad-NIR, en unidades arbitrarias. En todas ellas el valor promedio de R_{IR} es de 38 u.a. En la imagen h se muestra una línea A-B a lo largo del cual se toma un perfil que se muestra en la figura 5, para cada una de las medidas R_{IR} a distinta distancia.

- 5 Figura 5. Se muestran los perfiles A-B tomados en las medidas de retroreflectividad-NIR mostradas en la figura 4h para cada una de las distancias ($d_1 \approx 20 \text{ m} > d_2 > d_3 > d_4 \approx 10 \text{ m}$) a las que se encuentra la señal de tráfico. Comprobamos que las medidas permanecen constantes con la distancia, y que R_{IR} tiene distintos valores según el tipo de material que retrorefleja: $R_{IR}(\text{número})=47\text{u.a.}$ y $R_{IR}(\text{fondo})=35\text{u.a.}$

10 Modo de realización de la invención

Una implementación práctica, como ya se indicó en la descripción de la invención, es la evaluación de la visibilidad nocturna de las señales de tráfico. En este caso el dispositivo es desplazado a lo largo de la vía, y toma medidas de forma continua de los laterales de la misma, en donde se esperan encontrar las señales de tráfico a evaluar. En el momento en que una señal de tráfico se encuentre en el campo de evaluación, ésta es detectada, reconocida y se obtiene su valor de R_{IR} , tanto promediado como para cada elemento de superficie que la compone.

Este valor de R_{IR} de las señales da información relacionada con su visibilidad nocturna, si bien esta relación no es directa pues en las medidas de R_{IR} no se distingue la sensibilidad del ojo humano a los distintos colores.

El valor de R_{IR} de las señales de tráfico se puede almacenar en una base de datos junto con su localización, de forma automatizada. El operario solo tiene que desplazar el dispositivo por la vía, pudiendo éste estar colocado sobre un vehículo y se evaluarán todas las señales que estén sobre en el campo de visión.

Para evitar el efecto de radiación-NIR proveniente del sol, las medidas con el dispositivo objeto de la presente invención para la medida de la R_{IR} de las señales de tráfico, deben de realizarse de noche, y para evitar el efecto de otras posibles fuentes de radiación distintas a la del infrarrojo cercano, como pueden ser las de las luces de cruce del vehículo, al dispositivo se le puede añadir un filtro que evite que al sensor de radiación matricial le llegue otra radiación que no sea la del infrarrojo cercano.

En la figura 4 se muestran los resultados obtenidos por el dispositivo en la evaluación de una señal de tráfico de "límite recomendado 60 km/h", de fondo azul y número en blanco (dos materiales que retroreflejan de forma distinta). El dispositivo se desplaza con respecto a la señal acercándose a ésta desde una distancia de 20 m hasta 10 m.

El dispositivo, con filtro IR, toma imágenes consecutivamente y el subsistema de procesado de imágenes identifica y reconoce. En la primera columna de la figura 4, (figura 4 a, b, c, y d), se muestran una secuencia de 4 imágenes en las que la señal ha sido detectada (se enmascara, y se obtiene así el valor del tamaño de la imagen S_{CCD}) y reconocida (dándonos el valor de la superficie real $S=90 \times 90 \text{ cm}$).

En la segunda columna de la figura 4, (figura 4 e, f, g y h), se muestra el procesado final de las imágenes anteriores, obteniéndose los respectivos mapas de valores de R_{IR} en escala de grises.

Las unidades de R_{IR} se dan en unidades arbitrarias (a.u.), pues vienen determinadas por los ajustes previos del dispositivo: La ganancia del sensor matricial, el tiempo de exposición y la abertura del sistema de lentes. También habrá de tenerse en cuenta las pérdidas que pueda introducir el filtro de IR.

En la Figura 5, se muestran los perfiles trazados en los mapas de R_{IR} a través de la señal según la línea A-B mostrada en la figura 4h. Se comprueba que los mapas de R_{IR} sólo varían en su resolución, pero no en su valor (no depende de la distancia). También se comprueba que se obtienen distintos valores de R_{IR} según el material que retrorefleja.

50 Bibliografía

[1] Jeremy G. **Dunne**, "Apparatus and method for determining precision reflectivity of highway signs and other reflective objects utilizing an optical range finder instrument". Pat. No. US-6,212,480.

[2] Federal Highway Administration (FHWA), "Sign Management and Retroreflectivity Tracking System (SMARTS)".

[3] James E. **Retterath**, Roberd A. **Laumeyer**, "System for Automated Determination of Retroreflectivity of Road Signs and Other Retroreflective Objects". Pat. No. US2007/0216904A1.

[4] Eriic P. **Krotkov**, "Active Computer Vision by Cooperative Focus and Stereo", *Springer-Verlag* New Cork, 1989.

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema optoelectrónico para la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano de superficies retro-reflectantes, como el que se muestra en la figura 1, que consta de:

- a. Un subsistema de iluminación, (1), que emite radiación en el infrarrojo cercano hacia la superficie cuya capacidad retroreflectiva se quiere medir. Este subsistema comprende una o más fuentes de iluminación en el infrarrojo cercano las cuales están dispuestas próximas entre sí, orientadas en la misma dirección y emitiendo en su conjunto un campo de radiación con forma cónica, (4). El campo de radiación está calibrado de tal forma que se conoce la intensidad de radiación emitido en cada dirección espacial desde el vértice del cono.
- b. Un subsistema de adquisición de imágenes, (2), sensible a la radiación en el infrarrojo cercano emitido por el subsistema de iluminación, que proporciona la imagen la de superficie retroreflectante iluminada con el subsistema de iluminación y la transmite al subsistema siguiente de procesamiento de imagen (3). Este subsistema de adquisición de imágenes consta de una cámara digital con sus correspondientes lentes, (8), y un filtro que solo deja pasar la radiación en el infrarrojo cercano con la que se está iluminando (9). El conjunto del sistema de adquisición de imágenes esta situado próximo al de iluminación, de tal forma que el vértice del cono que forma el campo de visión, (5), prácticamente coincide con el del cono que forma el campo de radiación, (4). Este subsistema consta además de una placa controladora que permite ajustar y fijar los parámetros modificables de la cámara digital, como son la velocidad de exposición y la ganancia, a través de un ordenador.
- c. Un subsistema de procesamiento de imágenes, (3), que procesa las imágenes capturadas por el subsistema (1), y calcula el valor de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano de cada elemento de superficie o píxel que compone la superficie retroreflectante. Este sistema incluye un procesador basado en un ordenador, un monitor y un sistema de almacenamiento de las imágenes capturadas. De esta forma, el procesamiento de las imágenes para calcular el valor de la retroreflectividad se puede realizar posteriormente a la captura de las imágenes. El procesamiento consiste básicamente en un proceso automatizado de detección de la señal, de su reconocimiento y de obtención del valor de la retroreflectividad de cada elemento de su superficie así como de forma global (promediado de toda la superficie).

2. Un sistema optoelectrónico para la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano según reivindicación 1 cuyo subsistema de iluminación esté formado por un conjunto de LES's ("Light Emitting Diodes") de alta potencia que emitan en el infrarrojo cercano.

3. Un sistema optoelectrónico para la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano según reivindicación 1, cuyo sistema de adquisición de imágenes sensible al infrarrojo cercano esté formado por una cámara digital con un sistema de lentes que forme imagen sobre un sensor matricial de, al menos, una porción del área irradiada por el subsistema de radiación. Éste sensor matricial debe ser sensible al infrarrojo cercano, y puede ser, por ejemplo, un CCD ("Charge Coupled Device") o CMOS ("Complementary Metal Oxide Semiconductor"). En el caso del CMOS, la respuesta del sensor puede ser no lineal con la intensidad y deberá ser tenido en cuenta, mediante un calibrado previo, para el cálculo de la retroreflectividad.

4. Un sistema optoelectrónico para la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano según reivindicación 1, en el que no se hace uso del filtro que solo permitan pasar el infrarrojo cercano.

5. Un sistema optoelectrónico para la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano según reivindicación 1, en el que el subsistema de procesamiento de imágenes conste de una tarjeta electrónica diseñada exproceso, la cual incluiría un DSP ("Digital Signal Processor") para realizar un procesamiento parcial (o total) de las imágenes además (o en lugar) del ordenador.

6. Un sistema optoelectrónico para la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano según reivindicación 1, que utilice adicionalmente una o más cámaras para la obtención de información adicional estereográfica útil (de distancias y orientaciones relativas) para la determinación más precisa del valor de la retroreflectividad.

7. Método de uso del sistema optoelectrónico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para la caracterización de las propiedades de retroreflexión de superficies (retroreflectivas), utilizando iluminación constante sobre la superficie objeto de análisis.

8. Uso del sistema optoelectrónico para la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, para evaluar la capacidad retroreflectiva de las señales verticales de tráfico.

9. Uso del sistema optoelectrónico para la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, para evaluar la capacidad retroreflectiva de las marcas viales.

ES 2 358 814 A1

10. Uso del sistema optoelectrónico para la medida de la retroreflectividad en el infrarrojo cercano, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, para evaluar la capacidad retroreflectiva de los recursos viales.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

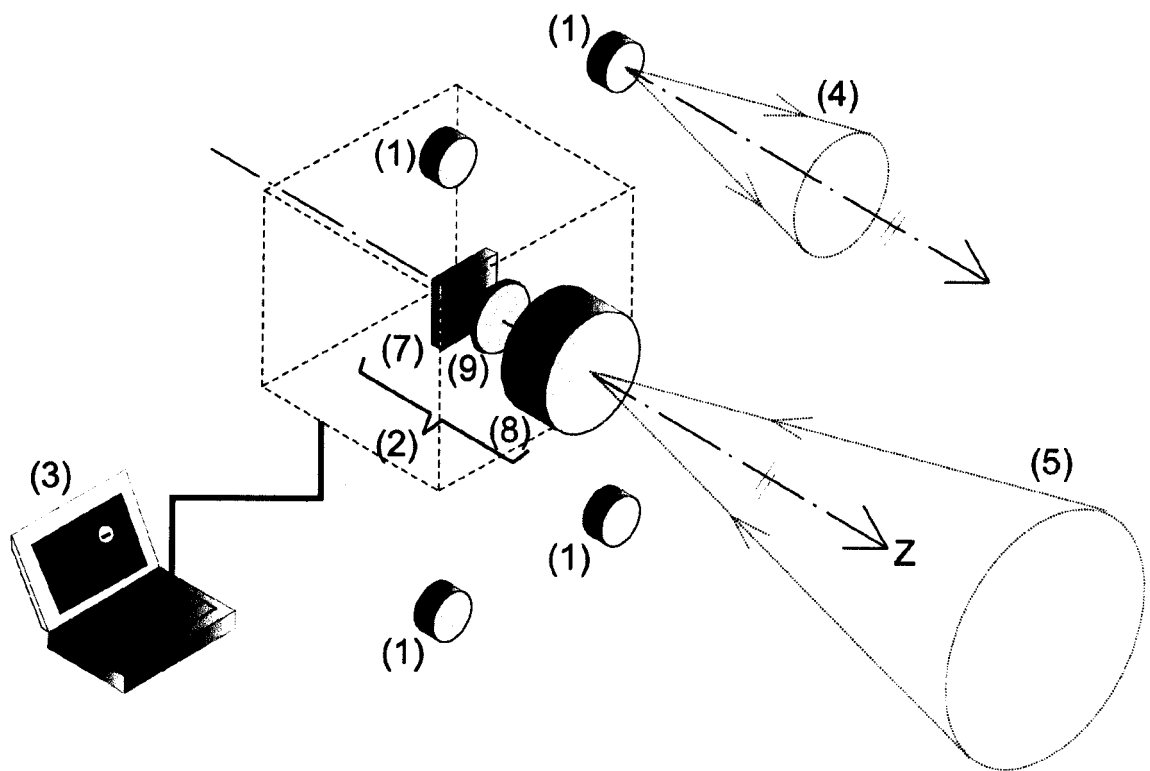


Figura 1

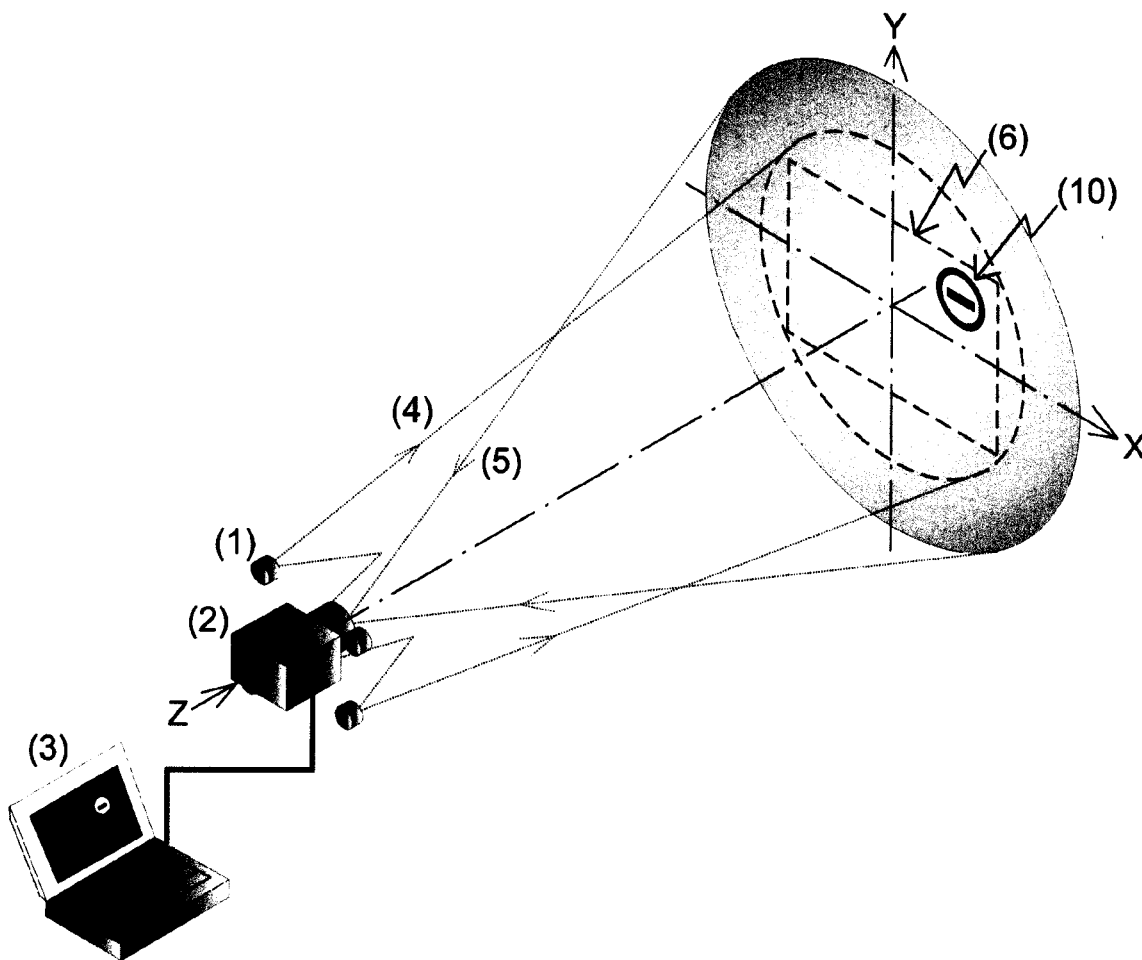


Figura 2

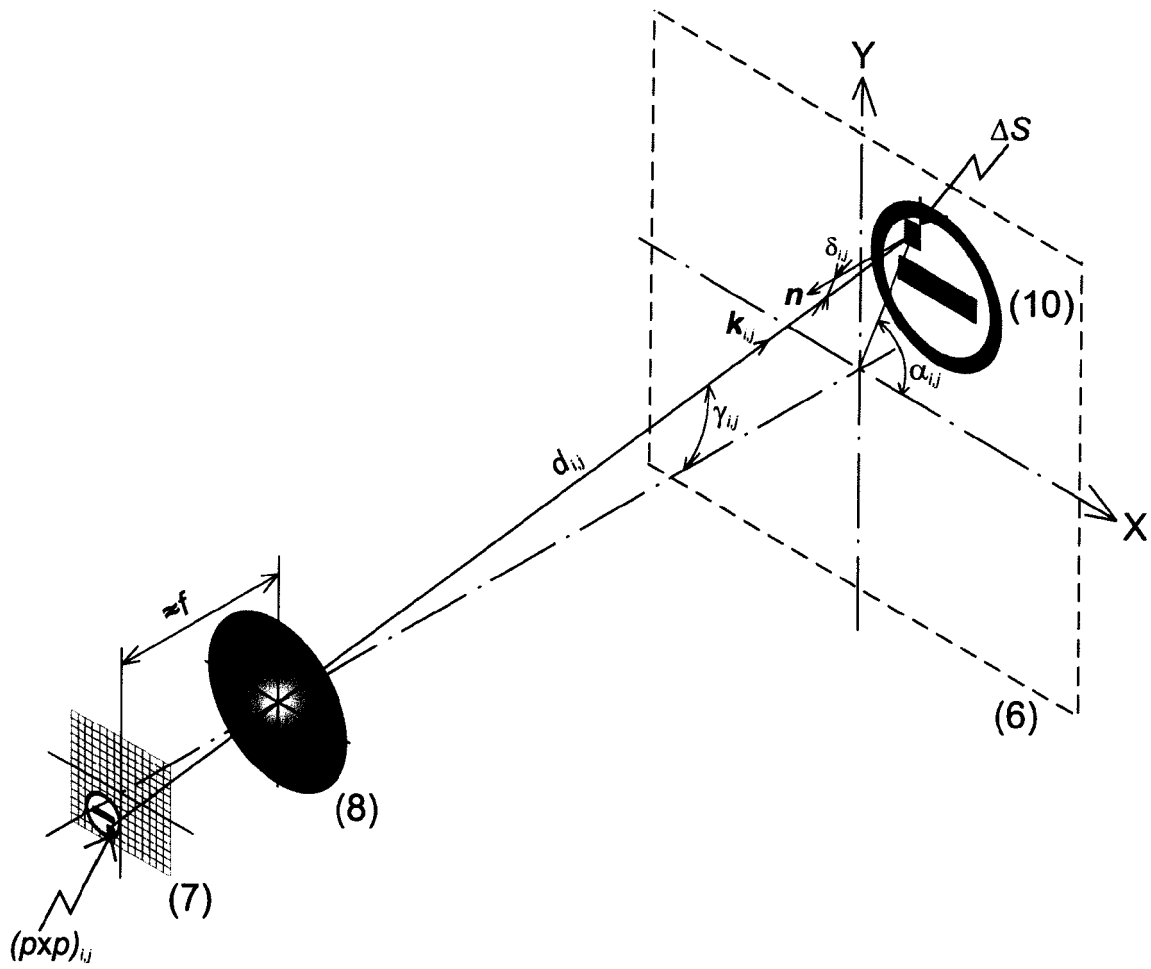


Figura 3

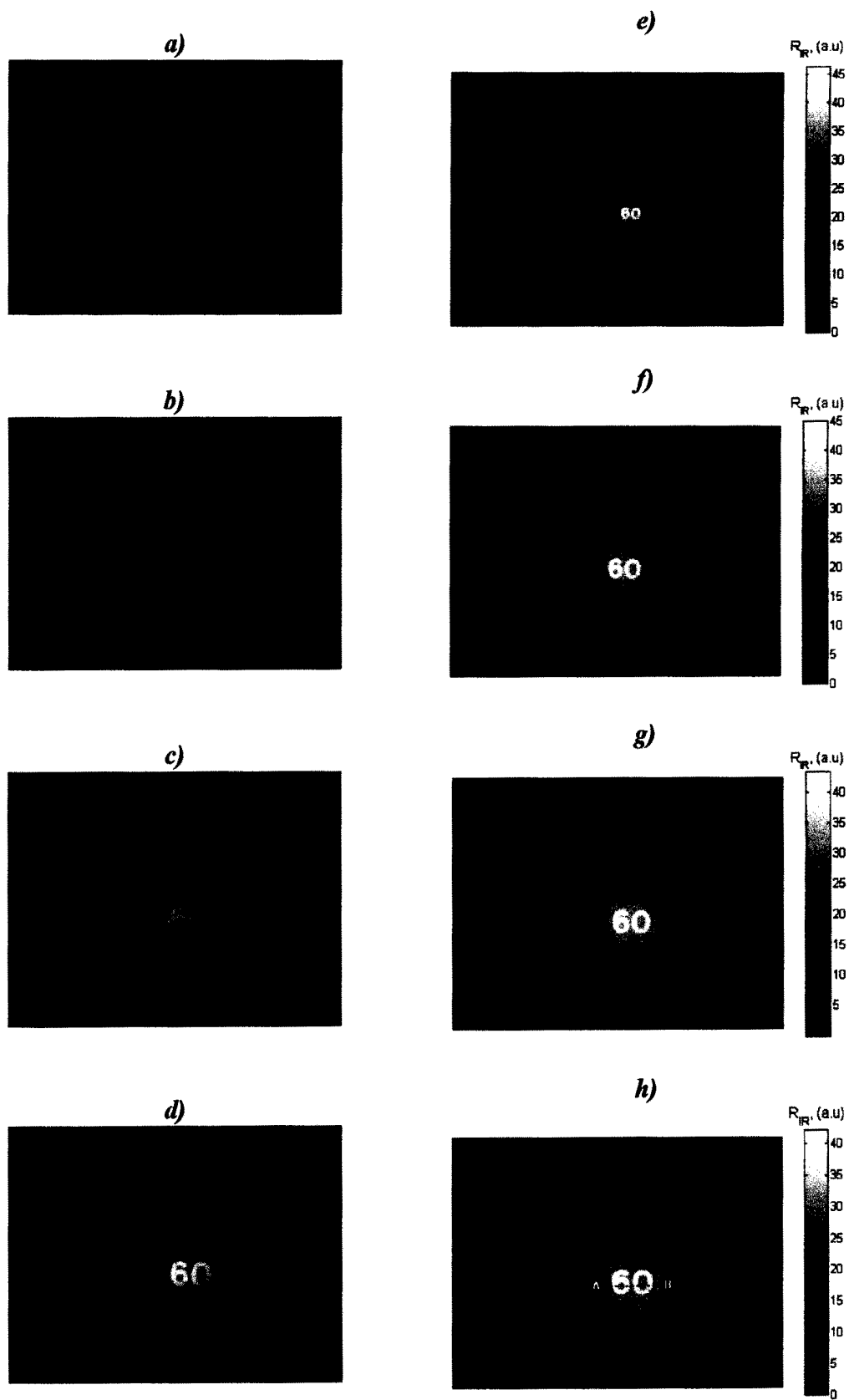


Figura 4

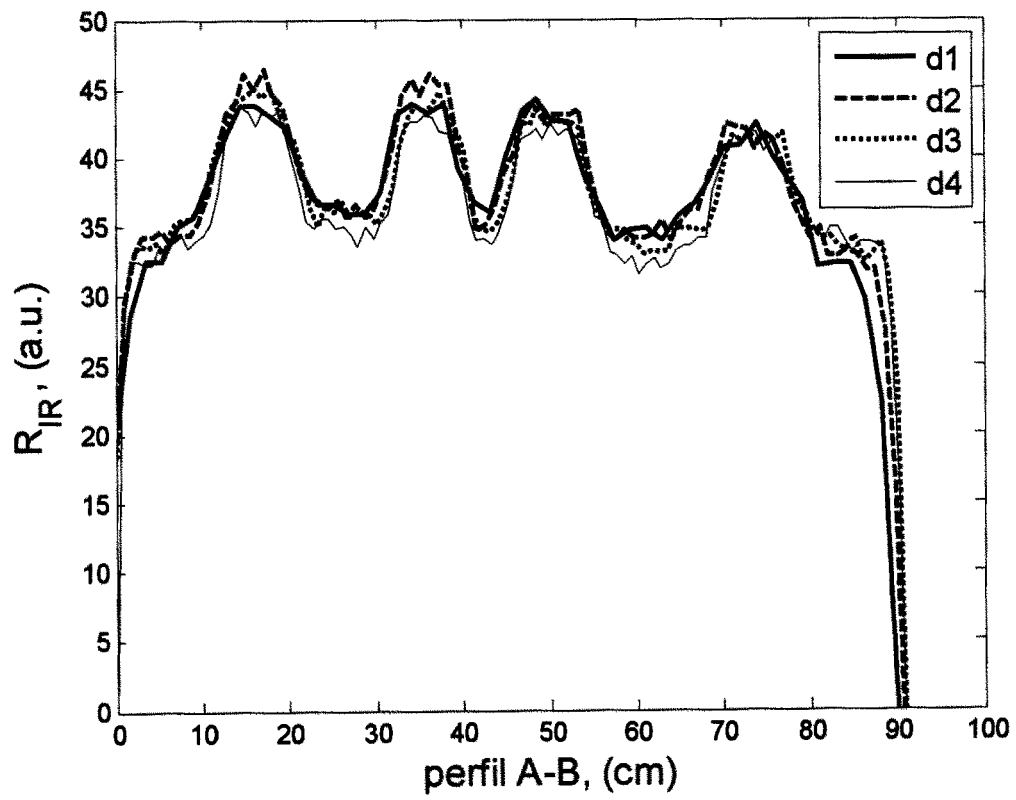


Figura 5



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②¹ N.º solicitud: 200801528

②² Fecha de presentación de la solicitud: 23.05.2008

③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤¹ Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 20020186865 A1 (RETTERRATH, J. et al.) 12.12.2002, todo el documento.	1-6,8-10
Y	WO 0006970 A1 (LASER TECHNOLOGY, INC.) 10.02.2000, resumen; página 2, línea 24 – página 5, línea 16; página 9, línea 14 – página 11, línea 17; figura 1.	1-6,8-10
A	US 6166813 A (ROBERTS, D.) 26.12.2000, resumen; columna 2, líneas 30-50; columna 3, líneas 23-60; columna 3, línea 65 – columna 5, línea 52; columna 6, líneas 1-67; figuras.	1-5,7-10
A	US 5915032 A (LOOK, T.) 22.06.1999, todo el documento.	1-5,7
A	GB 2067748 (CONCESSIONI E COSTRUZIONI AUTOSTRADE S.P.A.) 30.07.1981	

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 n.º:

Fecha de realización del informe
03.05.2011

Examinador
Ó. González Peñalba

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G01N21/55 (2006.01)

G08G1/00 (2006.01)

E01F9/015 (2006.01)

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

G01N, G08G, E01F, G01C, G01S, G06K

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

INVENES, EPODOC, WPI, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 03.05.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-10	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 7	SI
	Reivindicaciones 1-6, 8-10	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:

La presente Solicitud se refiere en su primera reivindicación a un sistema optoelectrónico para la medida de la retrorreflectividad en el infrarrojo cercano de superficies retrorreflectantes, que consta de un subsistema de iluminación, que utiliza haces infrarrojos de forma cónica y de campo de radiación conocido o calibrado, para la iluminación de los elementos cuya retrorreflectividad se desea medir; un subsistema de captación de imágenes, próximo al de iluminación para que el vértice de su campo de visión prácticamente coincida con el del campo de iluminación, y que consta de una cámara digital y un filtro para infrarrojo cercano, además de una placa controladora para el ajuste de los parámetros de la cámara; y un subsistema de tratamiento de imágenes, que procesa las imágenes captadas y calcula, por reconocimiento de imagen, el valor de la retrorreflectividad en el infrarrojo cercano para cada píxel de la imagen de la superficie retrorreflectante y para la superficie global (promediado), sirviéndose para ello, además, de un monitor de presentación visual y medios de almacenamiento que permiten tratar las imágenes después de su captación.

En las reivindicaciones 2-5, dependientes, todas ellas, de la reivindicación 1, se especifican características ventajosas de diversos elementos del sistema anterior, como el sistema de iluminación y la cámara de captación de imágenes (reivindicaciones 2 y 3), y se aportan elementos adicionales para un funcionamiento óptimo del sistema (tarjeta electrónica de la reivindicación 5).

Por su parte, la reivindicación 6 recoge la versión estereográfica del sistema, con dos o más cámaras para la apreciación de las distancias relativas y la obtención de un valor más exacto de la retrorreflectividad.

En cuanto a la reivindicación 7, se contempla en ella la propiedad novedosa de una iluminación constante de la superficie retrorreflectante; y, por último, las reivindicaciones 8-10 concretan la aplicación del sistema en la comprobación de diversos elementos de señalización viaria con propiedades retrorreflectantes, como las señales verticales, las marcas viales y los recursos viales.

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	US 20020186865 A1 (RETTERTH, J. et al.)	12.12.2002
D02	WO 0006970 A1 (LASER TECHNOLOGY, INC.)	10.02.2000

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

Se considera que la invención definida en las reivindicaciones 1-6 y 8-10 carece de actividad inventiva por poder ser deducida del estado de la técnica de forma evidente por un experto en la materia. El Solicitante menciona en la propia memoria el documento D01, que considera similar a la invención excepto por ciertas diferencias que encuentra significativas. Dicho documento D01, citado en el Informe sobre el Estado de la Técnica (IET) con la categoría Y, en combinación con el documento D02, para las anteriores reivindicaciones, se considera, en efecto, el estado de la técnica más próximo al objeto de dichas reivindicaciones, y divulga un sistema semejante en sus características esenciales al de la invención, destinado igualmente a la medición de la retrorreflectividad de elementos retrorreflectantes como son las señales de tráfico. El Solicitante indica como diferencia fundamental el hecho de que el sistema de la invención ilumina de forma continua, mientras que el de D01 es un sistema estroboscópico, esto, es por impulsos de iluminación, más complejo por la sincronización que requiere. Sin embargo, esta característica de iluminación continua no se recoge sino en la reivindicación 7, por lo que las anteriores reivindicaciones deben interpretarse de un modo genérico, sin concretarse en esa característica y, por tanto, abarcan todo tipo conocido de iluminación, incluida una iluminación discontinua, evidente para un experto de la técnica. Es más, el experto apreciará de la lectura de las primeras reivindicaciones una posible discontinuidad en la iluminación: nada se dice, de hecho, de la necesidad de que esta sea continua, y el hecho de interrumpirla o dosificarla parece adecuado, cuando menos, para el ahorro de energía y la seguridad viaria.

La otra diferencia destacada por el Solicitante entre su invención y el sistema de D01 es el uso de luz en el infrarrojo cercano para la iluminación de la superficie. Se resuelve así el importante problema de la seguridad en la circulación nocturna, pues el uso de luz visible similar a la de los faros de iluminación de un vehículo, si bien reproduce fielmente las condiciones en que la superficie retrorreflectante será vista por un conductor al circular, entraña el riesgo de deslumbramiento de los conductores que circulan en sentido contrario en el momento de las mediciones. Esta característica de iluminación infrarroja no se considera, en efecto, en D01, pero sí en el documento D02, mencionado también por el propio Solicitante y citado en el IET con la categoría Y, en combinación con D01. D02 pertenece, además, al mismo campo técnico de la invención y en él se utiliza, según se indica a lo largo de la descripción, la mencionada característica técnica de iluminación infrarroja para resolver el mismo problema de seguridad, por lo que un experto de la técnica podrá recurrir de manera evidente a este documento para solucionar dicho problema, planteado en la invención y que D01 no es capaz de resolver por sí solo. Puede concluirse, por tanto, que la invención recogida en la reivindicación 1 carece de actividad inventiva con respecto a la combinación de D01 y D02 según el Artículo 8 de la LP. Y un razonamiento similar puede hacerse con respecto a las restantes reivindicaciones antes indicadas, que recogen características adicionales de uso común en el estado de la técnica (iluminación con LED, cámaras digitales CCD o CMOS, filtros, tarjeta de tratamiento de imágenes,...) o ya anticipadas en los documentos citados (sistemas estereográficos).