

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 799**

21 Número de solicitud: 201100329

51 Int. Cl.:

G01J 1/38

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

22.03.2011

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.12.2012

Fecha de la concesión:

26.06.2013

45 Fecha de publicación de la concesión:

08.07.2013

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE VIGO (100.0%)
CAMPUS UNIVERSITARIO DE VIGO SN
36310 VIGO (Pontevedra) ES**

72 Inventor/es:

**ARMESTO GONZÁLEZ, Julia;
GONZALEZ JORGE, Higinio;
LAGUÉLA LOPEZ, Susana y
RIVEIRO RODRÍGUEZ, Belén**

54 Título: **PATRÓN PARA LA CALIBRACIÓN GEOMÉTRICA AUTOMÁTICA DE CÁMARAS
TERMOGRÁFICAS**

57 Resumen:

La presente invención se refiere al desarrollo de un sistema para la calibración geométrica de sistemas termográficos, con el que se obtienen de manera automática los parámetros de orientación interna de la cámara, que permiten la corrección de las deformaciones introducidas por sus lentes para una adecuada orientación externa de las termografías realizadas.

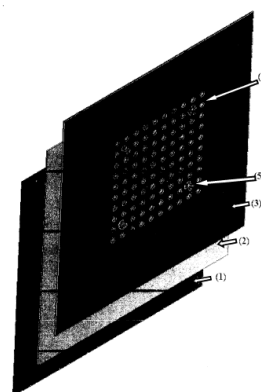


FIGURA 1

ES 2 392 799 B1

DESCRIPCIÓN**PATRÓN PARA LA CALIBRACIÓN GEOMÉTRICA AUTOMÁTICA DE
CÁMARAS TERMOGRÁFICAS**

5

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La termografia infrarroja permite la medición de la radiación infrarroja emitida por los cuerpos, directamente relacionada con su temperatura superficial, de modo que nos permite detectar anomalías en los cuerpos termografiados, de distinta
10 naturaleza en función de la aplicación. De este modo, se pueden detectar pérdidas de calor, humedades y fugas de aire en edificación; sobrecargas y fallos en los cables de las líneas eléctricas; sobrecargas y rozamientos en motores y demás maquinaria mecánica; zonas con probabilidad de inicio de incendio; obstrucciones del flujo sanguíneo e inflamaciones en medicina y veterinaria, como ejemplos de los campos
15 de aplicación de la termografia más ampliamente conocidos.

Las técnicas de medición termográfica utilizan comúnmente cámaras calibradas en simuladores de cuerpos negros para certificar la incertidumbre en la medida de la radiación infrarroja, y en consecuencia, la incertidumbre en la medición de la temperatura de los cuerpos. De este modo, el objetivo más común de la
20 medición termográfica se limita a la adquisición de imágenes sobre las que se realiza un análisis térmico, sin prestar atención a la información geométrica que se puede obtener de las termografías, siguiendo los principios de la fotogrametría y la teledetección.

Para explotar la información métrica de las termografías y así completar el
25 estudio de los cuerpos, permitiendo además la cuantificación y la medida directa de, por ejemplo, la superficie afectada por una anomalía, es imprescindible conocer los parámetros de calibración de la cámara termográfica con la que se realiza el estudio, que nos indican su orientación interna, como son las distorsiones radial y tangencial de la lente, las coordenadas del punto principal, la distancia focal de la lente, el
30 tamaño del sensor, etc. Estos parámetros, combinados con la orientación externa de la imágenes obtenidas del objeto y realizando los cálculos adecuados, basados en el principio de colinealidad, permiten la obtención de las coordenadas espaciales tridimensionales del objeto.

Dado que las cámaras termográficas miden la temperatura de los cuerpos de manera indirecta, las primeras aproximaciones a la calibración geométrica están basadas en campos de calibración cuyas dianas son lámparas incandescentes que, al aumentar su temperatura durante el encendido, son detectadas por estos sistemas de
5 manera precisa. Sin embargo, dichos campos de calibración suelen ser pesados, necesitan disponer de alimentación eléctrica y producen efectos difractivos debido a la interacción entre las lámparas y los orificios que las soportan.

En la presente patente se muestra un patrón para la calibración geométrica automática de cámaras termográficas, basado en materiales de diferente emisividad.
10 El sistema evita la necesidad de utilizar lámparas y alimentación externa, lo cual permitirá la corrección de las distorsiones geométricas introducidas por las mismas en las termografías de cara a emplearlas como textura de nubes de puntos láser escáner, así como su orientación externa siguiendo los fundamentos de la fotogrametría, en ambos casos con el objetivo de generar modelos termográficos
15 tridimensionales de los objetos termografiados. Su configuración con materiales ligeros permite que el sistema sea fácilmente portable, de manera que permitirá comprobar los parámetros de calibración de la cámara termográfica tanto en oficina como en campo.

20 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El patrón de calibración aquí desarrollado permite calcular de manera automática los parámetros de calibración interna de los sistemas termográficos que trabajan en el rango del infrarrojo térmico a través de la realización de termografías
25 del mismo desde diferentes ángulos y su posterior procesamiento en una plataforma fotogramétrica. Para ello, a partir de la posición de las dianas del patrón en las diferentes termografías, es decir, desde diferentes puntos de vista, se calculan las coordenadas relativas de las mismas. Para diferenciar correctamente las dianas del entorno en las termografías resultará fundamental que éstas estén elaboradas de un
30 material de diferente emisividad. La comparación entre las coordenadas medidas de las dianas con las coordenadas conocidas por la plataforma, al tratarse de dianas codificadas para ser reconocidas mediante algoritmos de procesamiento automático de imagen, da lugar a los valores de distorsión radial y tangencial introducidas en las

imágenes por la lente del sistema termográfico a calibrar, así como a los demás parámetros de calibración interna de la cámara como son distancia focal y punto principal de la imagen.

La distancia entre dianas debe ser constante para evitar la introducción de distorsión por parte del campo de calibración, ya que la plataforma fotogramétrica con la que se obtendrán de manera automática los parámetros de calibración a partir de las termografías del patrón realiza dichos cálculos con la premisa de que las dianas son equidistantes entre sí. De este modo, cualquier variación en la distancia entre dianas durante la fabricación del patrón de calibración repercutirá de manera directa en los resultados obtenidos, haciendo que estos sean incorrectos; típicamente, haciendo que los valores de distorsión radial y tangencial sean mayores que los reales de la lente.

El patrón es portátil y se coloca verticalmente apoyado a una superficie vertical, asegurándolo de manera que el ángulo que forme con el suelo sea de 90° para evitar errores en el cálculo de los parámetros de calibración. Así, la cámara termográfica a calibrar se colocará sobre un trípode, de manera que sea fácilmente trasladable por el operario para la realización de termografías del patrón, que está fijo durante la adquisición de termografías, desde diferentes puntos de vista.

La principal ventaja que presenta esta invención consiste en que permitirá de una forma sencilla que los usuarios de cámaras termográficas calculen los parámetros de calibración de dichos sistemas tanto en el momento de su compra como el mantenimiento de las mismas durante su vida útil. Además, el patrón se puede utilizar de forma portátil, permitiendo la calibración geométrica de la cámara termográfica antes de realizar el levantamiento termo-fotogramétrico, de acuerdo a las buenas prácticas de la fotogrametría. Su configuración con materiales ligeros y de bajo coste facilita asimismo su montaje y movilidad.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Para una mejor comprensión de cuanto queda descrito en la presente memoria, se acompañan los siguientes dibujos.

La figura 1 muestra una vista del campo de calibración en la que se observan las tres láminas que lo componen: una plancha de madera que actúa de soporte del sistema, una lámina de papel de aluminio y una lámina de cartulina con dianas codificadas que permiten la automatización del proceso. La figura 2 muestra una vista del campo de calibración completo, con las tres láminas superpuestas, en la que se aprecia el contraste entre el fondo y las dianas codificadas, también detectable en el rango del infrarrojo por cámaras termográficas.

DESCRIPCION DE UNA REALIZACION PREFERIDA

10

El patrón para la calibración geométrica automática de cámaras termográficas consta de una lámina rígida (1) preferentemente de madera para minimizar en lo posible el peso del mismo manteniendo rigidez estructural. El material más indicado es la madera porque resulta fácilmente asequible y ligero. Por otra parte, aunque sufre dilataciones superiores a materiales como los metales, éstas serán despreciables frente a las características metroológicas que presentan los sistemas termográficos, que tienen una resolución espacial inferior a la mitad de la que presenta una cámara fotográfica digital. Sobre dicho tablero de madera (1) se colocarán una lámina de papel de aluminio (2) y una lámina de cartulina (3) con dianas (4) y (5). Estos elementos presentan emisividades muy diferentes entre sí, de modo que la cámara termográfica los detecta como materiales diferentes de manera precisa incluso estando los dos materiales a la misma temperatura.

Las dianas (4) consisten en perforaciones circulares realizadas en la lámina de cartulina (3), mientras que las dianas codificadas (5) presentan además diferentes porciones de arco rodeando cada una de las perforaciones circulares. De este modo, a través de las dianas (zonas agujereadas en la lámina de cartulina) se percibe la lámina de aluminio (2). Para optimizar el proceso de calibración geométrica de la cámara termográfica y maximizar la precisión de los resultados, se realizan en la lámina de cartulina (3) un total de 100 dianas circulares (4) en forma de matriz cuadrada formada por 10 filas y 10 columnas, equidistantes entre sí. Entre estas dianas, se realizarán en cada una de las esquinas de la matriz, 4 dianas codificadas (5), por lo que se rodearán las dianas circulares por distintas porciones de arco, de manera que

el software de procesado pueda identificar estas dianas, y por tanto orientar las imágenes, independientemente de su posición en las mismas.

- Los parámetros de calibración geométrica de cámaras termográficas se obtendrán realizando entre 8 y 12 termografías del patrón descrito, con distintas
- 5 inclinaciones y orientaciones, formando ángulos de 90° entre termografías consecutivas. Estas termografías se introducirán a continuación en una estación de restitución fotogramétrica digital, en la que la configuración del patrón para la calibración geométrica de cámaras termográficas permitirá la automatización de la obtención de resultados.

10

REIVINDICACIONES

1. PATRÓN PARA LA CALIBRACIÓN GEOMÉTRICA AUTOMÁTICA DE CÁMARAS TERMOGRÁFICAS, del tipo de los que permiten realizar,
5 empleando software fotogramétrico, el proceso de orientación interna de dichas cámaras, caracterizado por comprender un tablero de madera (1) sobre el que se coloca una lámina de papel de aluminio (2) adherida a una lámina de cartulina (3), que dispone de entre 50 y 200 dianas circulares (4) del mismo tamaño y equidistantes entre sí, dispuestas en forma de matriz cuadrada de igual número
10 de filas y de columnas, que a su vez se complementan con cuatro dianas codificadas (5), con diferentes porciones de arco rodeando cada una de estas dianas.

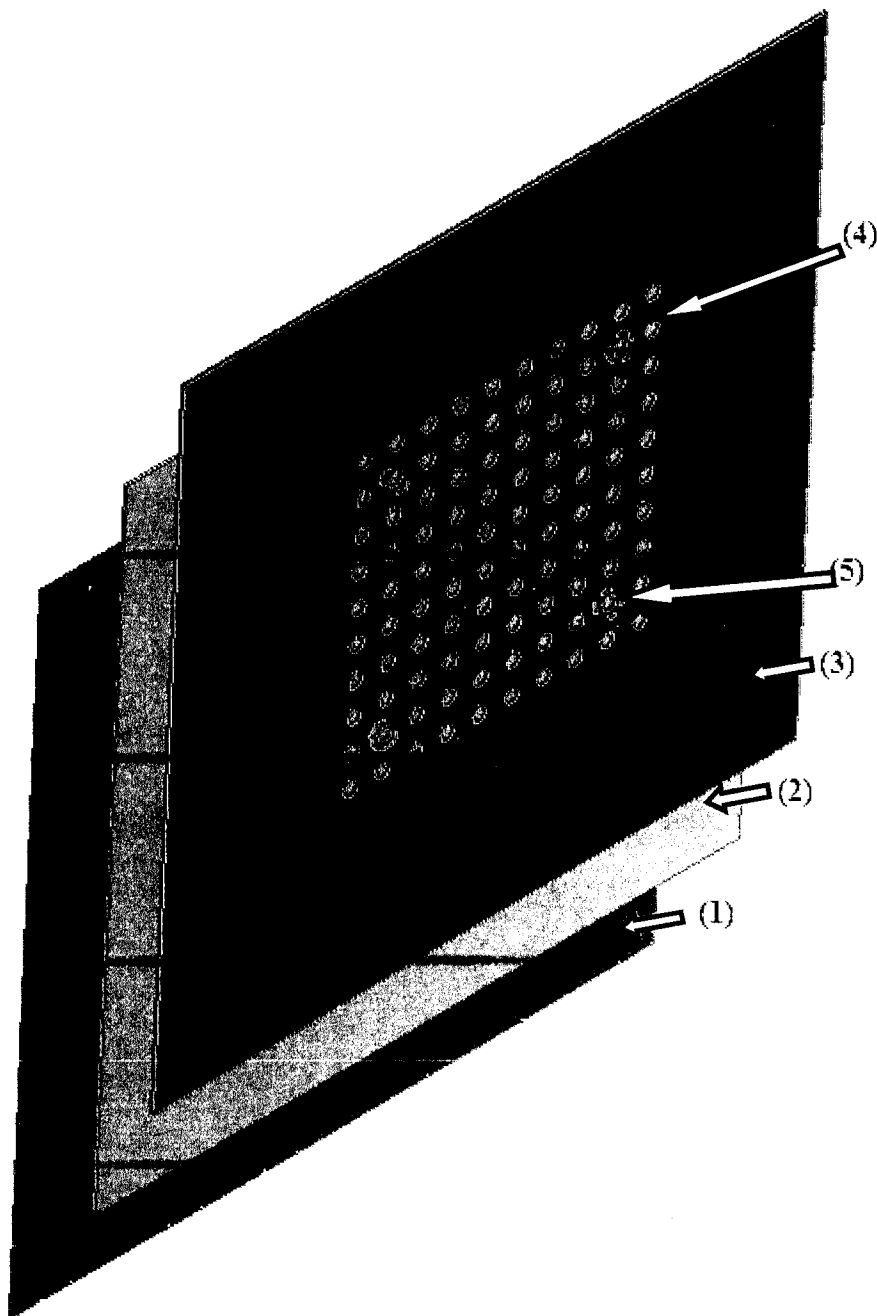


FIGURA 1

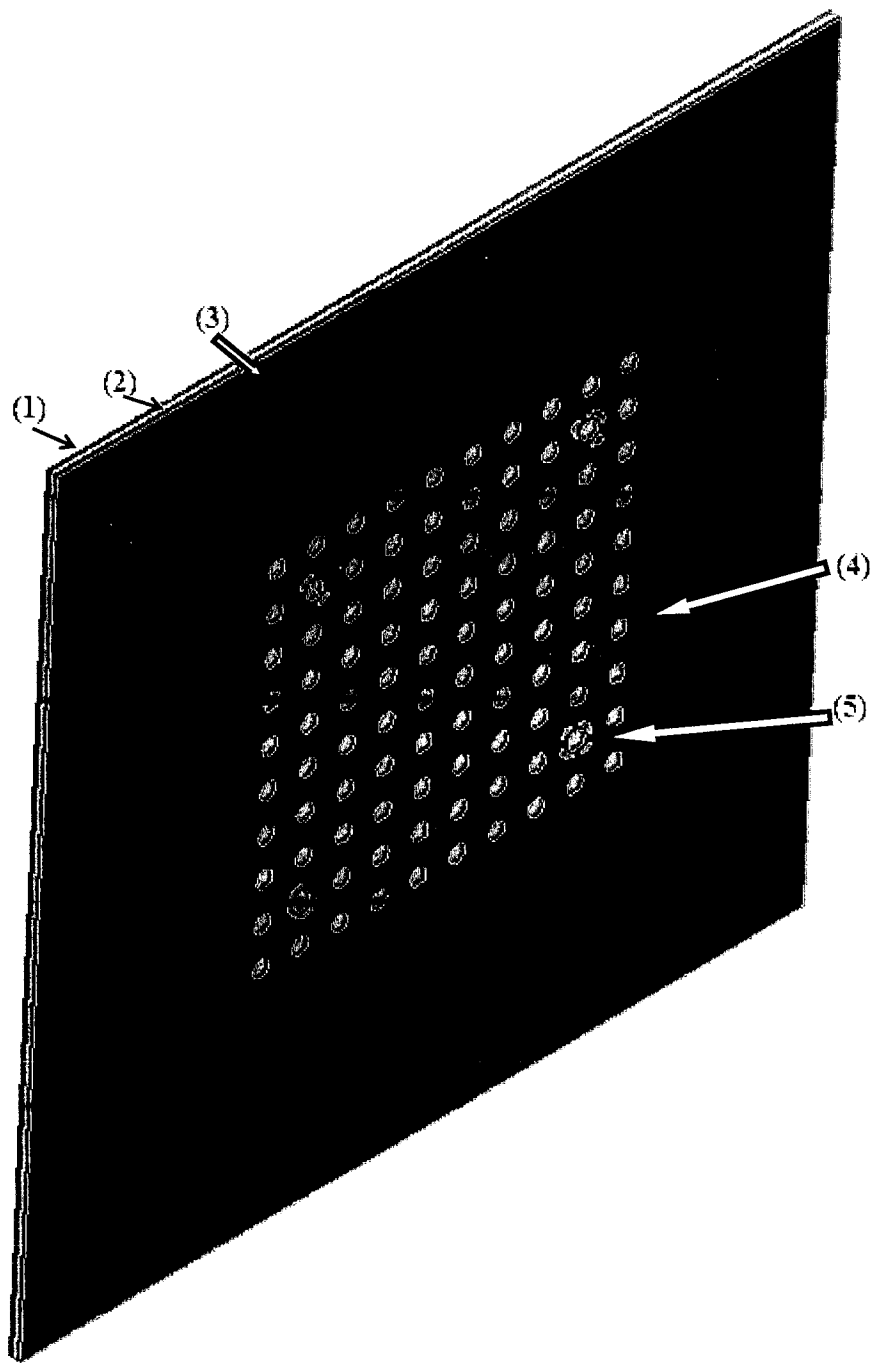


FIGURA 2



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201100329

②② Fecha de presentación de la solicitud: 22.03.2011

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01J1/38** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	T. LUHMANN et al. "Geometric calibration of thermographic cameras". International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVIII, Part 5 Commission V Symposium, Newcastle upon Tyne, UK. 2010.	1
A	Z. ZHANG. "A Flexible New Technique for Camera Calibration". IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, VOL. 22, NO. 11, NOVEMBER 2000.	1
A	DE 102009030644 A1 (UNIV HANNOVER) 30/12/2010, párrafos [0001] - [0039]; figura 2.	1

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
28.11.2012

Examinador
B. Tejedor Miralles

Página
1/4

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

G01J

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, NPL, XPI3E

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 28.11.2012

Declaración

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

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	T. LUHMANN et al.	2010
D02	Z. ZHANG.	01.11.2000
D03	DE 102009030644 A1 (UNIV HANNOVER)	30.12.2010

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:**

Se considera como estado de la técnica más cercano al objeto de la invención el documento D01.

Dicho documento divulga un patrón para la calibración geométrica automática de cámaras termográficas del tipo de los que permiten realizar empleando software fotogramétrico, el proceso de orientación interna de dichas cámaras, caracterizado por comprender un tablero de madera, sobre el que se coloca una lámina de papel de aluminio que dispone de dianas circulares del mismo tamaño y equidistantes entre si, dispuestas en forma de matriz cuadrada de igual número de filas y columnas, que a su vez se complementan con dianas codificadas con diferentes porciones de arco rodeando cada una de estas dianas (apartados 2 y 3; D01).

Por lo tanto, dicha reivindicación no presentaría novedad según el artículo 6.1 de la ley de patentes 11/1986.