

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 626**

51 Int. Cl.:

G01B 11/25 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2012** **E 12006383 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017** **EP 2574876**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para determinar las coordenadas-3D de un objeto**

30 Prioridad:

30.09.2011 DE 102011114674

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

29.01.2018

73 Titular/es:

**CARL ZEISS OPTOTECHNIK GMBH (100.0%)
Georg-Wiesböck-Ring 12-14
83115 Neubeuern, DE**

72 Inventor/es:

**DAXAUER, HERBERT;
MAYER, THOMAS;
STEINBICHLER, MARCUS y
BASEL, MARKUS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 651 626 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).

DESCRIPCION

Procedimiento y dispositivo para determinar las coordenadas-3D de un objeto

5 La invención se refiere a un procedimiento para determinar las coordenadas-3D de un objeto y a un dispositivo para realizar tal procedimiento.

10 En el procedimiento se proyecta un patrón de franjas sobre el objeto. La luz reflejada por el objeto es registrada y evaluada. El dispositivo para realizar tal procedimiento comprende un proyector para la proyección de un patrón sobre el objeto, una cámara para registrar el objeto y una instalación de evaluación para evaluar las tomas registradas.

15 Procedimientos y dispositivos de este tipo se conocen ya, por ejemplo por DE 10 2006 048 234 A1 y DE 10 2007 042 963 A1. En estos procedimientos se puede proyectar un patrón de franja sobre el objeto. Normalmente, se proyecta patrón de franjas en el procedimiento de la proyección de franjas de luz blanca sobre el objeto, es decir, con luz blanca.

20 Puesto que para determinar las coordenadas-3D del objeto no es suficiente, en general, una sola toma para cumplir los requerimientos de medición y/o para registrar totalmente el objeto, es necesario posicionar el sistema de proyección de patrones en el espacio en diferentes posiciones de toma y transferir las tomas realizadas allí a un sistema de coordenadas común de orden superior, que se puede designar también como sistema de coordenadas absoluto. Este proceso designado a menudo como "registro global" requiere una exactitud alta.

25 En un procedimiento conocido de este tipo, se realizan tomas, que se solapan parcialmente. Estas tomas se pueden orientar entre sí a través de una optimización de las zonas de solape. Sin embargo, el procedimiento posiblemente no es suficientemente exacto en objetos mayores con estructura superficial pequeña.

30 Además, se conocen procedimientos, en los que se utilizan marcas de referencia, que se colocan sobre y/o junto al objeto y/o sobre una o varias correderas que rodean el objeto. Las marcas de referencia son medidas en primer lugar. Esto se realiza con preferencia según el procedimiento de fotogrametría. Con la ayuda de las marcas de referencia, que son registradas por un sistema de proyección de patrones, especialmente un sistema de proyección de franjas, se pueden transformar las diferentes tomas del objeto sobre los puntos medidos, de manera que es posible un registro global.

35 Se conoce a partir de EP 2 273 229 A1 un procedimiento, en el que para la determinación de las coordenadas-3D de un objeto se proyecta un patrón de franjas desde un proyector sobre el objeto. El patrón de franjas reflejado por el objeto es registrado por una cámara, que comprende una óptica y un sensor de superficies, en particular un sensor-CCD o sensor-CMOS. El proyector y la cámara forman un sistema de proyección de franjas. En la proximidad del objeto están dispuestas varias correderas de referencia, que presentan, respectivamente, varias marcas de referencia. Las correderas de referencia son medidas en primer lugar. A continuación se determinan las coordenadas-3D del objeto a través del sistema de proyección de franjas.

45 Se conoce a partir de WO 2004/011876 A1 un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 8, El dispositivo comprende un proyector para proyectar un patrón sobre el objeto, una cámara para registrar el objeto y una instalación de evaluación para evaluar las tomas del objeto. El dispositivo comprende, además, una instalación de proyección para proyectar marcas de referencia sobre el objeto y otra cámara para registrar marcas de referencia.

50 Se conoce a partir de DE 195 36 297 A1 un procedimiento para la calibración geométrica de sensores-3D ópticos para la medición tridimensional de objetos, en el que se proyecta un patrón sobre el objeto y se registra y evalúa la luz reflejada desde el objeto por una cámara. En el campo de la imagen de la cámara se encuentra una instalación de calibración con al menos cuatro marcas de señales o marcas de referencia calibradas y otra pluralidad de ellas, que son registradas por la cámara.

55 Se conoce a partir de DE 10 2005 051 020 A1 un procedimiento para la digitalización tridimensional de cuerpos, en el que una cámara se mueve alrededor del cuerpo a digitalizar. El cuerpo a digitalizar está rodeado por una pluralidad de marcas evaluables por fotogrametría. Alrededor del cuerpo están colocados fijos, además, varios proyectores de patrones de luz, que se conectan sucesivamente.

60 El documento US 2010/0092041 A1 publica un procedimiento para la determinación tridimensional de la forma de un objeto, en el que se proyecta un patrón sobre el objeto y la luz reflejada por el objeto es registrada y evaluada por una cámara. La cámara registra, además, una marca de referencia junto al objeto.

Se conoce a partir de DE-A-10 2009 032 771 un procedimiento para determinar las coordenadas-3D de un objeto según el preámbulo de la reivindicación 1.

El documento US-A-2010/0134598 muestra un procedimiento similar.

Se conoce a partir del documento DE 10 2011 011 360 no publicado, de prioridad anterior, otro procedimiento para determinar las coordenadas-3D de un objeto.

5 El cometido de la invención es proponer un procedimiento mejorado del tipo indicado al principio y un dispositivo mejorado del tipo indicado al principio.

10 En un procedimiento del tipo indicado al principio, este cometido se soluciona por medio de las características de la reivindicación 1. Desde una única cámara de referencia se soluciona este cometido a través de las características de la reivindicación 1. Desde una única cámara de referencia se registran marcas de referencia y/o se registran cerca del objeto. La cámara de referencia tiene un campo de visión mayor que la cámara. La cámara de referencia está conectada con la cámara o con un sensor-3D, que comprende el proyector y la cámara. Las marcas de referencia pueden estar presentes ya sobre el objeto. En particular, se pueden utilizar zonas características del objeto como 15 marcas de referencia. En su lugar o adicionalmente se pueden colocar marcas de referencia sobre el objeto y/o se pueden posicionar junto al objeto. En particular, se pueden utilizar las marcas de referencia, que se describen en DE 10 2009 032 262 A1, al que se hace de referencia así expresamente. Por lo tanto, se pueden utilizar marcas de referencia, que están codificadas en sí, y/o marcas de referencia, que no están codificadas en sí, pero están dispuestas adyacentes en el espacio, de tal manera que esta disposición espacial contiene una codificación. Varias 20 marcas de referencia pueden estar agrupadas en una o varias correderas de referencia.

Es posible realizar con la cámara varias tomas del objeto. Varias o todas las tomas se pueden solapar. El agrupamiento de las tomas individuales en un sistema de coordenadas de orden superior se puede realizar con la ayuda de la fotogrametría. A tal fin se miden las marcas de referencia por la cámara de referencia.

25 En un dispositivo del tipo indicado al principio, el cometido de la invención se soluciona por medio de las características de la reivindicación 8. El dispositivo comprende una única cámara de referencia para registrar marcas de referencia sobre y/o junto al objeto. La cámara de referencia tiene un campo de visión mayor que la cámara. La cámara de referencia está conectada con la cámara o con un sensor-3D, que comprende el proyector y la cámara.

30 Según la invención, un patrón de franjas se proyecta sobre el objeto. El patrón de franjas se puede proyectar a través de un elemento formador de imágenes sobre el objeto. En particular, a través de una diapositiva o a través de un generador de patrones digitales, especialmente una pantalla de cristal líquido como por ejemplo una pantalla-DLP, una pantalla-LCD y/o una pantalla-LCOS.

35 La cámara puede comprender una óptica y un sensor superficial, en particular un sensor-CCD y/o un sensor-CMOS. La instalación de evaluación puede comprender un ordenador, especialmente un PC, o estar constituida por él.

40 Los datos tomados registrados se pueden almacenar temporalmente en una memoria de la cámara. Se pueden transmitir antes o después del almacenamiento intermedio o sin almacenamiento intermedio.

El proyector y la cámara pueden estar integrados en la construcción en un llamado sensor-3D. El sensor-3D comprende el proyector y la cámara.

45 A través de la invención se posibilita complementar un dispositivo existente para determinar las coordenadas-3D de un objeto según el preámbulo de la reivindicación 8 de manera sencilla, para poder determinar con este dispositivo las coordenadas-3D de un objeto, que es mayor que el campo de visión de la cámara. Además, es posible prever varias cámaras. Por ejemplo, se puede utilizar una llamada cámara estéreo, es decir, una combinación de dos cámaras. No obstante, también es posible prever más de dos cámaras. A través de más de una cámara se puede 50 mejorar la asociación de los puntos de la imagen registrados por las cámaras a las líneas proyectadas.

Otros desarrollos se describen en las reivindicaciones dependientes.

55 Es ventajoso que el dispositivo comprenda un proyector para proyectar las marcas de referencia sobre el objeto.

Según otro desarrollo ventajoso, las tomas de la cámara y las tomas de la cámara de referencia se realizan desplazadas en el tiempo. En su lugar o adicionalmente, las tomas de la cámara y las tomas de la cámara de referencia se realizan al mismo tiempo.

60 Es ventajoso que se agrupen varias tomas de la cámara. Para el agrupamiento de las tomas se pueden aplicar adicionalmente procedimientos de coincidencia.

Otro desarrollo ventajoso de caracteriza por que en una primera pasada de medición se registran y almacenan las posiciones de las marcas de referencia. La primera pasada de medición se puede realizar sin medición

(determinación de las coordenadas-3D). No obstante, también es posible medir también un objeto en esta primera pasada de medición. Las posiciones registradas de las marcas de referencia se pueden transformar en el sistema de coordenadas de orden superior. Las posiciones registradas y/o transformadas se pueden almacenar.

5 Puede ser ventajoso que las coordenadas-3D de un objeto sean determinadas sobre la base de posiciones registradas de las marcas de referencia. Esto es especialmente ventajoso cuando en una primera pasada de medición se registran las posiciones de las marcas de referencia y, dado el caso, se transforman y se almacenan. No obstante, también es posible determinar las coordenadas-3D de un objeto sobre la base de posiciones de las marcas de referencia, que ya han sido almacenadas. A través de la utilización de las posiciones almacenadas de las
10 marcas de referencia se puede ahorrar tiempo de medición. No obstante, también puede ser ventajoso determinar de nuevo las posiciones de las marcas de referencia en una o en cada determinación de las coordenadas-3D de un objeto.

15 Un objeto de realización de la invención se explica en particular a continuación con la ayuda del dibujo adjunto. En el dibujo:

La figura 1 muestra un dispositivo para determinar las coordenadas-3D de un objeto con un proyector, una cámara y una cámara de referencia y

20 La figura 2 muestra un dispositivo modificado según la figura 1.

La figura 1 muestra un dispositivo para determinar las coordenadas-3D de un objeto 1, a saber, de una aleta de un automóvil. El dispositivo comprende un sensor-3D 2, que comprende un proyector 3 y una cámara 4. El dispositivo comprende, además, una cámara de referencia 5, que está conectada con el sensor-3D 2. En el ejemplo de
25 realización, la cámara de referencia 5 se encuentra entre el proyector 3 y la cámara 4.

Desde el proyector 3 se proyecta un patrón, a saber, un patrón de franjas 6, sobre el objeto 1. La luz reflejada por el objeto 1 en la zona del patrón de franjas 6 es registrada por la cámara 4.

30 La toma de la cámara 4 es transmitida a una instalación de evaluación (no representada en el dibujo), por la que es evaluada. A partir de la toma se pueden determinar las coordenadas-3D del objeto 1 en el campo de visión 7 de la cámara 4. El contorno 7' del patrón de franjas 6 es mayor que el campo de visión 7 de la cámara 4. El contorno 7' rodea el campo de visión 7 por todos los lados. La cámara 4 presenta un sensor de superficies, que registra el objeto
35 1 con preferencia en todo el campo de visión 7 de la cámara 4.

Sobre el objeto 1 y sobre el entorno del objeto 1 se proyectan marcas de referencia a través de otro proyector 8 (no representado en el dibujo). Desde la cámara de referencia 5 se registran las marcas de referencia, que se encuentran dentro del campo de visión 9 de la cámara de referencia 5.

40 El campo de visión 9 de la cámara de referencia 5 es mayor que el campo de visión 7 de la cámara 4. Además, el campo de visión 9 de la cámara de referencia 5 rodea por todos los lados el campo de visión 7 de la cámara 4. Desde la cámara de referencia 5 se registran las marcas de referencia 8, que se encuentran en su campo de visión 9. A partir de ello se pueden determinar la posición y la orientación de la cámara de referencia 5. Después de que la parte del objeto 1, que se encuentra dentro del campo de visión 7 de la cámara 4, ha sido registrada por la cámara
45 4, se posiciona el dispositivo, que comprende el proyector 3, la cámara 4 y la cámara de referencia 5, en otro lugar. Este posicionamiento se realiza de tal forma que el campo de visión 7 de la cámara 4 se encuentra en otro lugar del objeto 1, con preferencia en un lugar junto al campo de visión original 7. El campo de visión, que cubre la cámara 4 en su nueva posición, se puede solapar con el campo de visión original 7 de la cámara 4. Puesto que el campo de visión 9 de la cámara de referencia 5 es mayor que el campo de visión 7 de la cámara 4, se garantiza que la cámara de referencia 5 pueda registrar un número suficiente de marcas de referencia 8 en la posición original y en la nueva posición. El número y las posiciones de las marcas de referencia 8 están seleccionados de tal forma que existe un número suficiente de marcas de referencia 8, que puede registrar la cámara de referencia 5 en ambas posiciones. De esta manera se garantiza un registro global de las tomas de la cámara 4 y, por lo tanto, de las coordenadas-3D del objeto 1. Puesto que el proyector 2, que proyecta el patrón de franjas 6 sobre el objeto 1, está conectado con la
50 cámara 4 y con la cámara de referencia 6, se mueve a mismo tiempo el patrón de franjas 6 durante un movimiento del dispositivo, que comprende el proyector 3, la cámara 4 y la cámara de referencia 5.

60 La figura 2 muestra un dispositivo, en el que está presente un proyector 3', que proyecta líneas láser 10 sobre el objeto 1. Algunas líneas láser 10 se extienden paralelas al lado longitudinal del campo de visión 7 de la cámara 4. Otras líneas láser 10 se extienden paralelas al lado estrecho del campo de visión 7 de la cámara 4. Otra línea láser 10 se extiende en ángulo con respecto a los bordes del campo de visión 7 de la cámara 4.

El tamaño del campo de visión de la cámara 4 y/o de la cámara de referencia 5 se puede fijar a través de la distancia focal de la óptica respectiva. En su lugar o adicionalmente se puede fijar el campo de visión a través del tamaño del

5 sensor. Las tomas de la cámara de referencia 5 se pueden transmitir a un sistema de evaluación, en particular un PC. A partir de ello se pueden calcular las coordenadas-3D de las marcas de referencia 8. De esta manera, se pueden obtener puntos de fotogrametría. A continuación se pueden utilizar estos puntos de fotogrametría y las posiciones de la cámara de referencia 5 y de la cámara 4 calculadas a través de fotogrametría para la alineación y registro exactos de los datos, es decir, de las coordenadas-3D.

10 Para determinar coordenadas-3D del objeto 1 se pueden registrar y almacenar en una primera pasada de medición las posiciones de las marcas de referencia 8. Estas posiciones se pueden utilizar entonces en una segunda pasada de medición para determinar las coordenadas-3D del objeto 1. Se pueden utilizar otras pasadas de medición para determinar las coordenadas-3D del objeto 1 o para determinar las coordenadas-3D de otros objetos.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para determinar las coordenadas-3D de un objeto (1), en el que un patrón de franjas (6) es proyectado por un proyector (3) sobre el objeto (1), la luz reflejada por el objeto (1) es registrada por una cámara (4) y son evaluadas las tomas registradas por la cámara (4), y se registran marcas de referencia (8) sobre y/o junto al objeto (1) por una cámara de referencia (5), que tiene un campo de visión (9) mayor que la cámara (4), caracterizado por que una única cámara de referencia (5) está conectada con la cámara (4) o con un sensor-3D (2), que comprende el proyector (3) y la cámara (4).
- 10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que las marcas de referencia (8) son proyectadas sobre el objeto (1).
- 15 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que las tomas de la cámara (4) y las tomas de la cámara de referencia (5) se realizan desplazadas en el tiempo.
- 20 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las tomas de la cámara (4) y las tomas de la cámara de referencia (5) se realizan al mismo tiempo.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se agrupan varias tomas de la cámara (4).
- 25 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en una primera pasada de medición se registran y almacenan las posiciones de las marcas de referencia (8).
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las coordenadas-3D de un objeto (1) se determinan sobre la base de posiciones almacenadas de las marcas de referencia (8).
- 30 8.- Dispositivo para determinar coordenadas-3D de un objeto (1), en particular para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, con un proyector (3) para proyectar un patrón de franjas (6) sobre el objeto (1), con una cámara (4) para registrar el objeto (1) y con una instalación de evaluación para evaluar las tomas del objeto (1), caracterizado por una única cámara de referencia (5) para registrar marcas de referencia (8) sobre y/o junto al objeto (1), que tiene un campo de visión (9) mayor que la cámara (4) y que está conectada con la cámara (4) o con un sensor-3D (2) que comprende el proyector (3) y la cámara (4).
- 35 9.- Dispositivo según la reivindicación 8, caracterizado por un proyector para proyectar las marcas de referencia (8) sobre el objeto (1).



