

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 363 679**

21 Número de solicitud: 201031238

51 Int. Cl.:

G02B 6/06

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22

Fecha de presentación: **10.08.2010**

43

Fecha de publicación de la solicitud: **11.08.2011**

Fecha de la concesión: **22.02.2012**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:
06.10.2011

45

Fecha de anuncio de la concesión: **05.03.2012**

45

Fecha de publicación del folleto de la patente:
05.03.2012

73

Titular/es:
**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
C/ RAMIRO DE MAEZTU, 7
28040 MADRID, ES**

72

Inventor/es:
**DEMUYNCK, OLIVIER y
MENÉNDEZ GARCÍA, JOSÉ MANUEL**

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

54

Título: **Método para la reconexión de cables incoherentes de fibras ópticas para transmisión de imágenes.**

57

Resumen:

La invención asocia a un cable incoherente de fibras ópticas pre-procesado, por algún método de calibración existente del estado de la técnica, una imagen de salida del cable incoherente de fibras ópticas en la posición exacta de la calibración cuando se ilumina la entrada con una fuente de luz cuya intensidad sea suficiente para que en salida del cable, se obtenga una señal que permita el procesamiento del método (esta imagen de salida, a continuación llamada imagen de referencia, permite conservar la posición relativa del plano de salida del cable con el sensor de imagen de la cámara). Se asegura así, por el patrón único que ofrece cada cable incoherente de fibras ópticas debido a la repartición de las fibras ópticas, de los espacios intersticiales entre ellas así como las tasas de transmisión propia a cada fibra óptica, la portabilidad del sistema de transmisión de imágenes ya que, con esa imagen de referencia, la salida del cable puede ser nuevamente presentada a una cámara y reprocesar automáticamente la tabla de reconstrucción asociada a este cable.

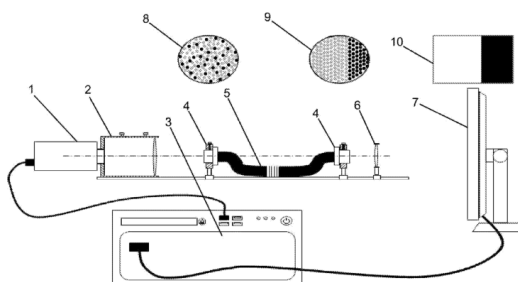


Fig.1

ES 2 363 679 B2

DESCRIPCIÓN

Método para la Reconexión de Cables Incoherentes de Fibras Ópticas para Transmisión de Imágenes

Sector de la técnica

La invención se encuadra en el sector de la inspección asistida por cámaras y/o sistemas
5 de transmisión de imágenes.

Estado de la técnica

Las cámaras convencionales, con índice de protección a polvo y humedad alto, o blindadas, no superan todas las condiciones de inmersión en situación de procesos industriales o, cuando lo permiten, lo hacen a un coste muy elevado.

10 El uso de cables coherentes de fibras ópticas, o mazo de fibras ópticas, es una solución para la transmisión de imágenes en dichos entornos, ya que un material compuesto de vidrio, cuarzo o zafiro permite su empleo en condiciones extremas (hasta 1600°C sin sufrir ninguna degradación en el caso del zafiro). La transmisión de imágenes en este caso es directa, ya que estos cables conservan las relaciones espaciales entre cada fibra,
15 y su uso es ya muy extendido en medicina para endoscopia o en industria a cortas distancias, con los denominados fibroscopios.

Con intención de rebajar el precio de dichos sistemas, se propuso una solución alternativa con el uso de un cable incoherente de fibras ópticas (análogo al cable coherente, pero sin conservar, en este caso, las relaciones espaciales entre fibras del
20 mazo), asociado a un paso previo de calibración. Las patentes US 6,524,237 B1 y US 6,587,189 B1 y la solicitud internacional WO 91/06881 así como los artículos publicados Tsai, et al. "Multi-Fibre Calibration of Incoherent Optical Fibre Bundles for Image Transmission" (Trans. Inst. MC Vol. 15 No 5, 1993), Demuynck *et al.* "Transmisión de imagen por medio de un mazo de fibra óptica incoherente" (Proc. OPTOEL'05, 2005), O.
25 Demuynck, J.M. Menéndez, "Image Transmission through Incoherent Optical Fiber Bundle: Methods for Optimization and Image Quality Improvement", WSEA Transactions on Signal Processing, 2008, proponen métodos para resolver esta calibración.

Sin embargo, los sistemas antes descritos aún carecen de portabilidad, ya que una vez realizada la calibración del cable en laboratorio, ningún método ofrece la posibilidad de
30 reconectarlo frente a una nueva cámara (o después de un cambio de óptica de la

cámara) y permitir su recalibración automática. Este inconveniente está abordado en 6,587,189 B1, donde el cambio de ópticas y empleo de filtros infrarrojos, posteriormente al paso de calibración, hace necesario un nuevo ajuste de enfoque, lo cual implica un tratamiento sobre la calibración, ya que resulta obsoleta tras cualquier movimiento entre el cable incoherente de fibras ópticas y el sensor de imagen de la cámara. De forma que el método allí propuesto es manual y sólo considera variaciones de posición mínimas, ya que para su funcionamiento necesita que un usuario indique varias marcas fiduciarias (que identifican unas fibras ópticas concretas del cable) para permitir reprocesar la tabla de reconstrucción. Por tanto, si se reconecta el cable (una vez calibrado) a otra cámara, es necesario que, obligatoriamente, se produzca una variación de posición muy reducida frente a la posición original de calibración para simplificar el proceso de reconocimiento por pantalla del usuario.

Breve descripción de la invención

La presente invención supera los problemas antes señalados a través de las características enumeradas en las reivindicaciones.

En particular, permite reprocesar automáticamente y tantas veces como sea necesario una tabla de reconstrucción de imágenes transmitidas por medio de cables incoherentes de fibras ópticas para cumplir con la función de transmisión de imágenes.

Comparadamente con otras propuestas del estado de la técnica, esta propuesta tiene mayor tolerancia soportando amplias variaciones en la posición relativa entre cable y cámara.

La invención asocia a un cable incoherente de fibras ópticas pre-procesado, por algún método de calibración existente del estado de la técnica, una imagen de salida del cable incoherente de fibras ópticas en la posición exacta de la calibración cuando se utiliza una imagen uniforme de luz blanca proyectada a la entrada. Esta imagen de salida, a continuación llamada imagen de referencia, permite conservar la posición relativa del plano de salida del cable con el sensor de imagen de la cámara.

Se asegura así la portabilidad del sistema de transmisión de imágenes ya que, con esos datos, la salida del cable puede ser nuevamente presentada a una cámara y reprocesar automáticamente la tabla de reconstrucción asociada a este cable.

No es objeto de la presente invención el proceso de calibración de Cables Incoherente de fibras ópticas.

Breve descripción de los dibujos

La **figura 1** representa el dispositivo de calibración y de reconexión de cables
5 incoherentes de fibras ópticas. El dibujo está compuesto por los siguientes elementos:

Una cámara alta resolución (1) capaz de observar precisamente las fibras ópticas proyectadas sobre los píxeles del sensor, apta para capturar las imágenes del plano de salida (8) del cable incoherente de fibras ópticas que a posteriori se reconstruyen.

Una lente (2) (para el espectro infrarrojo o el espectro visible).

10 Un ordenador (3) en el cual corre la aplicación de reconexión.

Unos soportes (4), con un sistema de sujeción para fijar un cable incoherente de fibras ópticas.

Un cable incoherente de fibras ópticas (5).

Un conjunto óptico (6) para enfocar la imagen proyectada por la pantalla sobre el plano
15 de entrada del cable incoherente de fibras ópticas.

Una pantalla LCD plana (7) en la cual se observa la interface de la aplicación de reconexión así como las imágenes reconstruidas tras la reconexión. Se representa en frente del plano de entrada del cable incoherente de fibras ópticas ya que también puede ser utilizado para emitir la imagen homogénea blanca necesaria al proceso de
20 reconexión.

Y se presenta adicionalmente un ejemplo de transmisión de imagen por cable incoherente de fibras ópticas (5) con los siguientes elementos:

(8) Imagen del plano de salida del cable incoherente de fibras ópticas (imagen en el plano de entrada (9) transmitida y desordenada por la repartición incoherente de las
25 fibras ópticas dentro del mazo).

(9) Imagen del plano de entrada del cable incoherente de fibras ópticas.

(10) Imagen emitida por la pantalla y proyectada sobre el plano de entrada del cable incoherente de fibras ópticas (9) a través del sistema óptico de entrada (6).

La **figura 2** muestra un diagrama de flujo de acuerdo con las etapas que se deben añadir a cualquier proceso de calibración de un cable incoherente de fibras ópticas para la
5 transmisión de imágenes para el correcto funcionamiento de la invención. Dichas etapas son la propia de calibración del cable incoherente (21), la de captura de imagen de referencia (22), la de copiado de los resultados de la calibración y la de asociación con la imagen de referencia (23).

La **figura 3** muestra un diagrama de flujo de acuerdo con la presente invención a nivel
10 operativo con las etapas siguientes:

Etapas de conexión del cable incoherente precalibrado (31) en un soporte genérico y una cámara de resolución mínima definida por las características del cable.

Etapas de reprocesado (32) de la calibración del cable incoherente.

Etapas de posible reajuste (33) de la reconexión con parámetros insertados
15 manualmente

Etapas de copia de los resultados del reproceso (34) de la calibración.

Etapas de reconstrucción de las imágenes transmitidas (35) por el cable incoherente de fibras ópticas.

La **figura 4** muestra un diagrama de flujo de acuerdo con la presente invención a nivel
20 del procesamiento con las siguientes etapas:

Localización de la imagen de salida del cable incoherente de referencia (41).

Localización precisa de la imagen de salida del cable incoherente de fibras ópticas reconectada (42).

Obtención de la translación y factor de interpolación entre las dos imágenes (43).

25 Transformación de las dos imágenes de coordenadas cartesianas a polares (44).

Obtención de la rotación sufrida por la puesta en correspondencia de las imágenes (45).

Presentación de los resultados y reproceso de los datos de calibración (46).

Posible modificación manual de los resultados y reproceso de los datos de calibración (47).

5 Reconstrucción de las imágenes transmitidas por el cable incoherente de fibras ópticas (48).

Descripción detallada de un modo de realización

En los siguientes párrafos se ilustra mediante un ejemplo un método automático, rápido y preciso para el reproceso de los resultados de calibración de un cable incoherente de
10 fibras ópticas para transmisión de imágenes, con el posible empleo de sensores de imagen de resoluciones variables, y limitado por las propias características del cable incoherente de fibras ópticas utilizado.

Tal como se describe en este documento, se consigue la completa portabilidad de una calibración ya realizada previamente y asociada a un cable incoherente de fibras ópticas.
15 No requiere la intervención del usuario, y permite variaciones muy amplias en la nueva posición relativa entre cable y cámara.

Un dispositivo comúnmente empleado en el estado de la técnica para realizar la tarea previa de calibración de un cable incoherente de fibras ópticas para la transmisión de imágenes se ve detallado por la figura 1. No obstante, se considera compatible y válido
20 cualquier método de calibración existente en el estado de la técnica, independientemente de la calidad de resultado conseguido.

Una vez calibrado, el cable incoherente de fibras ópticas (5) está asociado a una tabla de reconstrucción, que permite reorganizar las imágenes transmitidas por el cable, ya que almacena los resultados de la calibración, es decir, todas las correspondencias entre
25 coordenadas de entrada y salida. Por ejemplo, y omitiendo los distintos fenómenos que introducen ruido, la imagen del plano de salida (8) se captura y se reordena para formar nuevamente la imagen (10) emitida por la pantalla (7). Para que pueda funcionar la invención, se le tiene que asociar igualmente una imagen de salida del cable incoherente de fibras ópticas (5), capturada por la cámara (1), cuando el plano de entrada está total

y uniformemente iluminado (utilizando la pantalla (7) para proyectar, a través del sistema óptico (6), una imagen blanca sobre el plano de entrada del cable incoherente de fibras ópticas (5)), sin haber modificado la posición relativa existente entre el cable y la cámara de adquisición durante el proceso de calibración. Esta imagen es la que
5 llamamos a continuación "imagen de referencia", y sirve para la reconexión.

La captura de una imagen de referencia es esencial, y se tiene que añadir este paso a cualquier calibración de cable incoherente de fibras ópticas para la transmisión de imágenes. Con ello se permite, su portabilidad por medio de una reconexión automática, robusta y rápida. Se ha resaltado en el diagrama de flujo de la figura 2, en el
10 primer cuadro de fondo gris (etapa (21)).

Opcionalmente, un paso de detección automática de los centros de todas las fibras ópticas puede realizarse sobre la imagen de referencia, lo que permite a posteriori optimizar el tiempo de procesamiento de una parte del proceso (detallada a continuación) realizado a cada reconexión sin afectar el resultado de esta invención.
15 Esta optimización se consigue principalmente por la reducción de la cantidad de datos que es necesario considerar. Sin embargo, el proceso de detección de los centros de las fibras ópticas se realiza en un tiempo superior a la aceleración que a continuación proporciona al método de reconexión, y no es siempre de interés. De hecho su uso puede ser interesante únicamente para las aplicaciones que no pueden asumir
20 interrupciones prolongadas de la transmisión de imágenes, y en las cuales, el proceso de reconexión tiene que ser procesado cíclicamente, debido a las pérdidas provocadas por continuas vibraciones o después de cada explosión en el entorno de inspección... situaciones propias de uso de este sistema de transmisión de imágenes. En cualquier caso, emplear el procedimiento anterior no afecta al proceso de obtención de la
25 translación, rotación y factor de interpolación que presenta el mazo de fibra en su reconexión respecto de la posición de su calibración original.

Una vez tomada la imagen de referencia, el cable puede ya ser retirado del soporte de calibración (de los soportes (4) que presentan un sistema de sujeción para fijar el cable incoherente de fibras ópticas (5)), y ser presentado a cualquier nueva cámara con
30 cualquier tipo de lente, en un soporte del tipo presentado en figura 1.

Se resumen las distintas etapas para realizar la reconexión en el diagrama de flujo de la figura 3, y se detallan a continuación.

La etapa de reconexión (31) es automática siempre y cuando se presente el plano de salida del cable de fibras ópticas paralelamente al sensor de la cámara lo que implica una proyección sin deformación por perspectiva. Es importante que la imagen proyectada ocupe el área del sensor (idealmente aprovechando la máxima área del sensor de imagen), y que la imagen proyectada este bien enfocada. En este momento, el método en la etapa de reproceso (32) sólo necesita una iluminación homogénea de la entrada, sin saturar la salida, para observar con un buen contraste la salida del cable de fibras ópticas.

El método es capaz de calcular, en las etapas de localización precisa (42) y de obtención de parámetros (43) con la nueva imagen capturada: la nueva posición del centro del cable (equivalente a la translación), la rotación (44, 45) sobre este centro y la interpolación sufrida respecto a la imagen de referencia de la etapa de localización (41) asociada a la tabla de reconstrucción ya preprocesada del cable incoherente de fibras ópticas en uso.

Para esta correspondencia, se utiliza la repartición de las fibras ópticas, de los espacios intersticiales, así como las diferencias de tasa de transmisión de cada fibra óptica que cada cable incoherente de fibras ópticas presenta de manera única. Éstos proporcionan (46) un patrón no deformable idéntico en las imágenes de referencia y para cualquier nueva imagen capturada. Según el reposicionamiento, y si se respetan las condiciones de reconexión del cable ya descritas, solo puede ser observado movido, rotado o escalado respecto al que se observa en la imagen de referencia. La figura 4 presenta el diagrama de flujo que detalla los pasos del método mencionados.

Una vez encontrados estos valores, cuyo cómputo es muy rápido, se procesa (48) una tabla de reconstrucción temporal (duplicado de la tabla de reconstrucción original procesada conforme a las transformaciones geométricas calculadas del reposicionamiento del cable, y aun no validada por el operario). Este último procesamiento es el que se ve optimizado por la detección previa y opcional de los centros de todas las fibras ópticas, ya que resultan menos coordenadas de punto a procesar.

El usuario tiene acceso a los valores encontrados por el método automático de reconexión y se pueden visualizar en vivo las imágenes reconstruidas para comprobar la calidad del resultado de la transmisión, una vez reconectado el cable incoherente de fibras ópticas.

- 5 Si a causa de una baja resolución de la cámara, o de una mala proyección de la imagen de salida del cable incoherente de fibras ópticas, la imagen observada se ve con ruido, el usuario puede modificar ligeramente los parámetros resultantes de la operación automática, y realizar la reconstrucción en modo manual (47) para observar las posibles mejoras de la transmisión con la imagen nuevamente procesada que aparece en la
- 10 pantalla. Cuando se considera óptima la imagen reconstruida (tras el paso de reconexión automática, o en algunos casos con un paso adicional manual) se guarda la tabla de reconstrucción temporal, y el cable incoherente esta nuevamente listo para su uso en transmisión de imágenes.

- 15 Esta operación de reconexión puede repetirse indefinidamente, ya que nunca se pierde ni la imagen de referencia, ni la tabla de reconstrucción original.

- 20 Como se mencionaba, para un funcionamiento correcto, es imprescindible haber realizado previamente la fase de calibración de cable incoherente de fibras ópticas para la transmisión de imágenes. Este paso lo suele realizar una persona cualificada con el material necesario y presentado en la figura 1. Este proceso, conocido en el estado actual de la técnica, carece de portabilidad, lo que limita su uso a condiciones experimentales.

- 25 Para permitir la portabilidad, el proceso necesita cumplir con un sólo paso adicional una vez la calibración de un cable incoherente de fibras ópticas para la transmisión de imágenes ya ha sido realizada. Se requiere una captura de la imagen de salida del cable incoherente de fibras ópticas en su posición de calibración cuando el cable esta uniformemente iluminado en su plano de entrada. Se almacena esta imagen en relación con la tabla de reconstrucción de las imágenes que se capturan a la salida del cable incoherente de fibras ópticas.

- 30 Opcionalmente, y sobre esta imagen capturada y llamada imagen de referencia, se detectan por un proceso automático todas las fibras ópticas del mazo de fibras y se selecciona un punto central para cada una, lo que permite una optimización adicional

del tiempo de procesamiento del método de reconexión, en algunas aplicaciones necesaria.

Como está indicado por los pasos grises en el diagrama de flujo de la figura 2, esa imagen de referencia se asocia definitivamente con el cable incoherente de fibras
5 ópticas calibrado que puede ya ser desmontado de su soporte (figura 1) y disponible para un uso de transmisión de imágenes con una rápida y sencilla reconexión y puesta en marcha.

A nivel material, la reconexión requiere un soporte similar al que se utiliza para su calibración, presentado en la figura 1 y una cámara de resolución variable, pero con un
10 límite inferior que depende de las características intrínsecas del mazo de fibras ópticas. La salida del cable incoherente de fibras ópticas (marcada para diferenciarla de la entrada) se posiciona fijamente en un anillo con sistema mecánico de sujeción (4), idealmente libre de translación sobre un raíl que lo soporta para permitir un fácil enfoque con una cámara equipada de una lente (permitiendo la transmisión de
15 imágenes en el espectro visible o infrarrojo) (2), situada en frente de la salida del cable. El operador observa la imagen de salida directamente capturada por la cámara en su ordenador y se asegura que la salida del cable es circular (es decir, que los planos de salida del cable y del sensor de imagen de la cámara son paralelos), que está totalmente incluido en la imagen de salida y, para un mayor provecho de la cámara, que la imagen
20 de salida del cable ocupa el mayor área posible dentro del sensor de imagen. Se coloca a la entrada del cable incoherente de fibras ópticas el sistema óptico deseado (según el ángulo de visión requerido por la futura aplicación), y se ilumina uniformemente la entrada del cable con una fuente de luz difusa cuya intensidad sea suficiente para que en salida del cable, se obtenga una señal que permita el procesamiento del método, o
25 con la misma pantalla (7) conectada al ordenador (3). Cuando se observa en la imagen de salida capturada una imagen nítida y no saturada, se captura esta imagen que se denomina a continuación "imagen de reconexión".

El método de reconexión compara la imagen de referencia con la imagen de reconexión para obtener automáticamente la translación, rotación y factor de interpolación entre
30 la posición de referencia (dada por la imagen de salida de referencia) y la nueva posición (dada por la imagen de salida recién capturada por el operador).

Para la obtención automática de dichos parámetros, es necesario conseguir, con alta precisión, los bordes circulares del cable incoherente de fibras ópticas en ambas imágenes para calcular el desplazamiento de su centro (translación) y el cambio de tamaño proyectado (factor de interpolación). La repartición de las fibras ópticas, la atenuación de la señal que presenta cada una, y la repartición de los espacios intersticiales ofrecen un patrón único para cada cable incoherente de fibras ópticas, que permite encontrar con precisión el ángulo que sufrió el cable entre las dos imágenes (rotación) por correspondencia máxima en la superposición de la imagen de referencia con la imagen de reconexión. Para la fase de obtención del ángulo de rotación, el tiempo de procesamiento se optimiza con el uso de coordenadas polares en lugar de cartesianas. Se reprocesa la tabla de reconstrucción con esos parámetros. Se retorna el resultado de la reconstrucción de la imagen de salida y los parámetros calculados al operario. En caso de que la imagen reconstruida presentada no sea satisfactoria (por uso de una cámara de resolución límite, por debajo de la resolución mínima recomendada), el operario puede cambiar ligeramente esos parámetros para refinar la reconexión, con observar para cada modificación la imagen nuevamente reconstruida. Finalmente, se guarda la nueva tabla de reconstrucción. El cable incoherente de fibras ópticas ya está nuevamente operativo para la transmisión de imágenes.

La resolución del sensor de imagen utilizado para la conexión con la salida del cable incoherente de fibras ópticas es variable, pero limitada según las características del cable incoherente de fibras ópticas utilizado.

Como ventaja, en caso de uso de una cámara con resolución limitada, o de un mal enfoque del sistema, el usuario tiene acceso a los parámetros automáticamente procesados, y puede modificarlos para mejorar la calidad de las imágenes reconstruidas.

Preferentemente, cada vez que se reprocesa automáticamente una tabla de reconstrucción o que se modifican manualmente los parámetros de reconexión obtenidos, se procesa nuevamente la tabla de reconstrucción. La calidad de las imágenes reconstruidas con esta nueva tabla es totalmente equivalente, en términos de calidad, a la obtenida con las imágenes originales, previas a la recalibración. Sin embargo, se prefiere utilizar la tabla original de reconstrucción así como la imagen de salida de referencia para la reconexión, para evitar eventuales errores.

La presente invención se ilustra, adicionalmente, mediante estos otros ejemplos de aplicaciones, los cuales no pretenden limitar su alcance:

Ejemplo 1: Guiado de robot en un entorno peligroso (sala con presencia de gas o polvo explosivo, con radiación radioactiva, con alta tasa de humedad en condensación). Los
5 cables de fibras ópticas pueden estar expuestos a estas condiciones debido a sus características intrínsecas, y transportar la información de las imágenes (visual o infrarroja) hasta un nudo central seguro, donde poder capturar y realizar la reconstrucción de las imágenes de manera directa y automática. Los cables incoherentes de fibras ópticas pueden cubrir largas distancias, ya que la tasa de atenuación por
10 unidad de longitud de la señal es muy baja y, además, existen herramientas de compensación de dicha atenuación. La sencillez de la puesta en marcha previamente descrita permite un uso industrial, y el uso de varios cables de fibra óptica pueden permitir el guiado de un robot en 3D, con visión estereoscópica.

Ejemplo 2: Para rebajar el precio de un dispositivo de endoscopia, un médico puede
15 tener su sistema desmontado, incluyendo un cable incoherente de fibra óptica pre calibrado. Montar el dispositivo y realizar el auto ajuste sería directo, y resultaría más económico.

Ejemplo 3: Caso de instalación de estos cables en zonas con posibles o permanente riesgo de explosiones (clasificación ATEX de riesgos) por los gases o polvos que contiene,
20 o en una zona geográfica con actividad sísmica. Los cables se podrían reajustar automáticamente en caso de que una explosión y/o fuertes vibraciones lo hayan desajustado. El restablecimiento del sistema es rápido y directo con este método. En aplicaciones de este tipo, cuando las vibraciones son continuas y el proceso de reconexión tiene que procesarse cíclicamente con la más mínima interrupción de la
25 transmisión de imágenes, se considera interesante la opcional detección de un pixel central en cada fibra óptica para minimizar aun más, el tiempo de procesamiento de la reconexión.

Ejemplo 4: Caso de un robot equipado con un cable incoherente de fibras ópticas para transmisión de imágenes (para aplicaciones aeroespaciales), desplazándose en terreno
30 hostil con fuertes vibraciones y/o choques que puedan desajustar el sistema. La recalibración sería rápida y directa en caso de que se produzca uno de esos eventos.

Aplicación industrial

Los sectores de aplicación son múltiples, ya que la invención ofrece numerosas ventajas.

El sistema permite la transmisión de imágenes en condiciones variadas de:

- Accesibilidad muy limitada
 - 5 • Temperaturas muy bajas o muy elevadas
 - Alta tasa de humedad (incluyendo la inmersión a altas profundidades)
 - Altas presiones
 - Entornos explosivos (según material de las fibras ópticas)
 - Entornos con fuertes interferencias electromagnéticas
- 10 Todo lo anterior abre la posibilidad de uso del sistema en los sectores de Energía, Agua, Medicina, Tecnología y producción industrial, Tecnologías aeroespaciales, y Tecnologías para la seguridad.
- De modo general, la invención permite la realización de cualquier aplicación de inspección visual en entornos peligrosos, de poca accesibilidad, con interferencias
- 15 electromagnéticas, de altas o bajas temperaturas, de tasas elevadas de humedad, hasta incluso sumergir completamente el sistema a elevadas profundidades, o bajo altas presiones. Las tareas que se pueden abordar pueden ser de observación directa de las imágenes transmitidas desde la zona peligrosa hasta un usuario en un lugar aislado y seguro (para una posible intervención humana a distancia), o asistir un proceso
- 20 industrial con el uso de robots guiados dentro del entorno peligroso, eliminando con ello la necesidad de presencia humana. Se puede, incluso, embarcar el dispositivo en un robot.

REIVINDICACIONES

1. Método para la reconexión de un cable incoherente de fibras ópticas calibrado para transmisión de imágenes, donde el cable calibrado está asociado a una tabla de reconstrucción original y a una imagen de referencia, caracterizado por que comprende
5 los siguientes pasos:
 - capturar una imagen de reconexión, estando dicha imagen generada mediante la iluminación con luz a la entrada de un cable incoherente de fibras ópticas reconectado,
 - comparar la imagen de reconexión y la imagen de referencia para calcular los factores de translación, rotación y escalado entre ambas imágenes y generar una segunda tabla
10 de reconstrucción para permitir la portabilidad de dicho cable incoherente.
2. Método según reivindicación 1, caracterizado por que la tabla de reconstrucción contiene correspondencias entre las coordenadas de entrada y salida de las fibras del cable.
3. Método según reivindicación 2, caracterizado por que las imágenes transmitidas por
15 el cable se reordenan espacialmente de acuerdo con la tabla de reconstrucción.
4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la imagen de referencia y la imagen de reconexión se generan mediante la iluminación con una fuente de luz a la entrada del cable incoherente de fibras ópticas previamente calibrado.
- 20 5. Método según la reivindicación 4, caracterizado por que la imagen de referencia y la imagen de reconexión se obtienen ajustando paralelamente los planos del sensor de la cámara y de salida del cable.
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para calcular el factor de rotación se realiza una conversión a coordenadas polares.

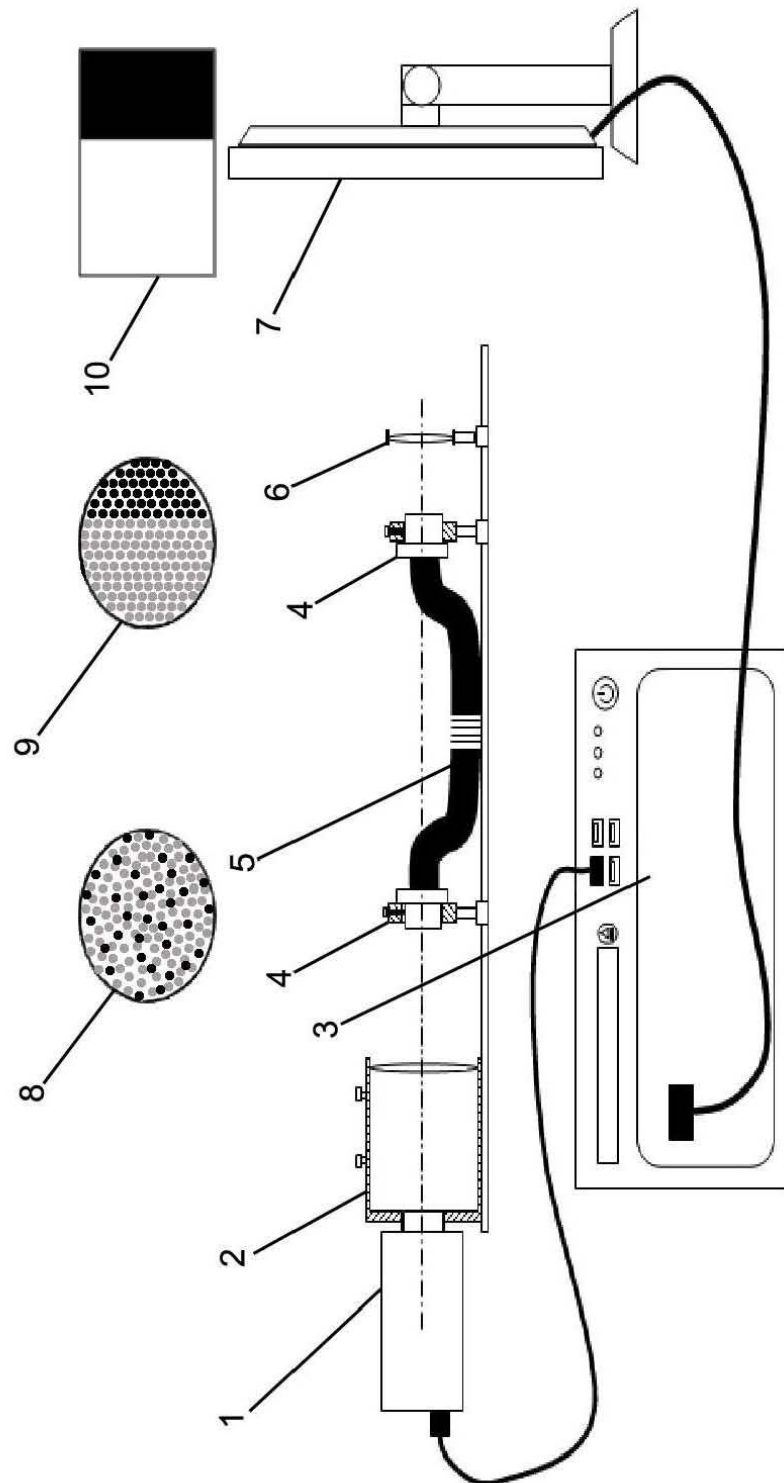


Fig.1

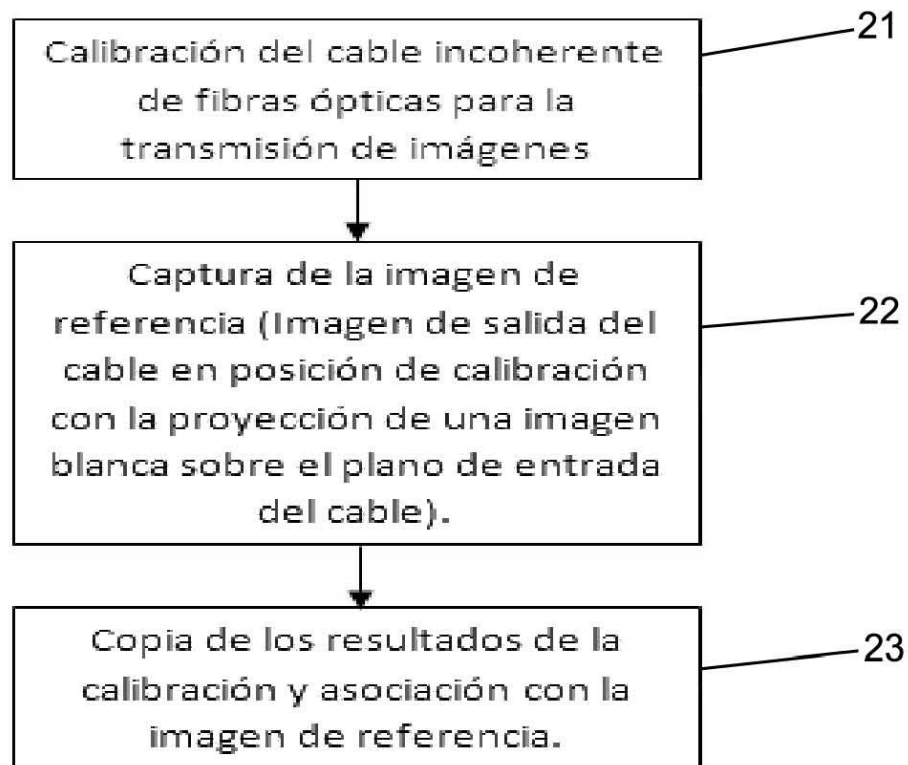


Fig.2

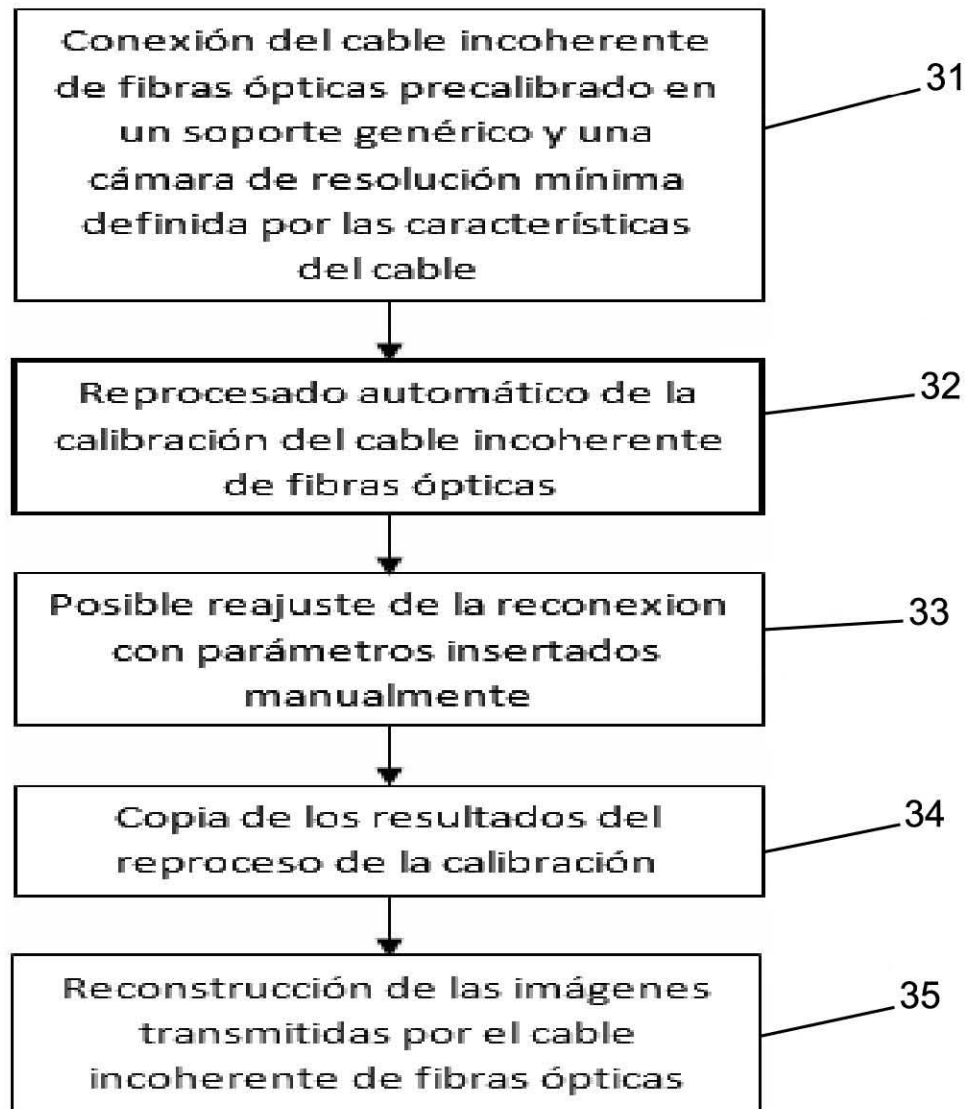


Fig.3

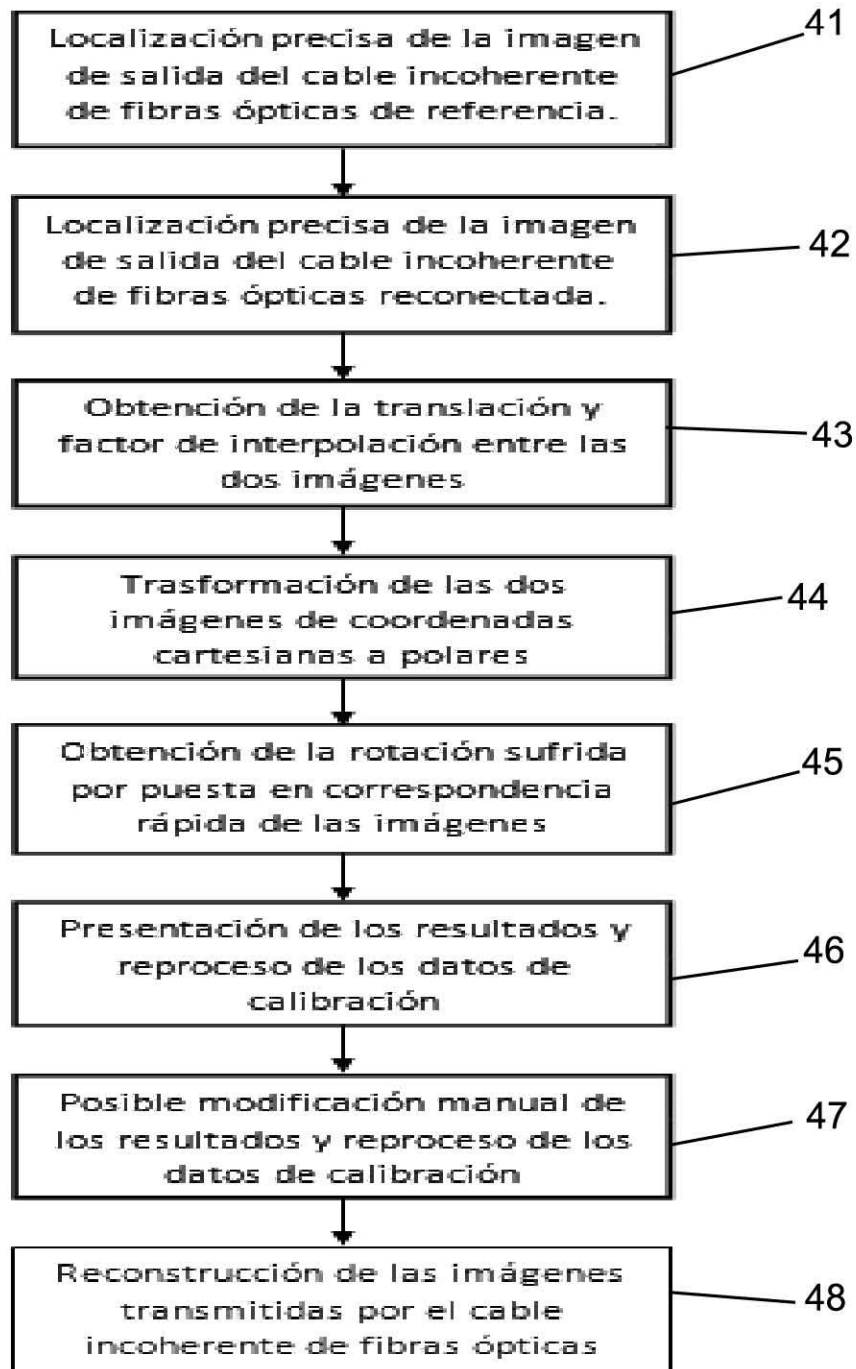


Fig.4



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

ES 2 363 679 B2

②① N.º solicitud: 201031238

②② Fecha de presentación de la solicitud: 10.08.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G02B6/06** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A X	US 6587189 B1 (ROBERTS HILARY E ET AL.) 01/07/2003, columna 3, línea 30 - columna 5, línea 12; figuras.	1-6 7-10
A X	GB 2128839 A (DAINICHI NIPPON CABLES LTD) 02/05/1984, página 1, línea 5 - página 5, línea 5; figuras 6-9.	1-6 7-10
A X	JP 60217306 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 30/10/1985, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE; figuras.	1-6
A	WO 0077555 A1 (INTEL CORP ET AL.) 21/12/2000, página 4, línea 25 - página 10, línea 3; página 15, línea 1 - página 20, línea 16; figuras 1-6.	7-10 1-10
A	WO 9106881 A1 (SECR DEFENCE BRIT) 16/05/1991, todo el documento.	1-6
A	GB 2092859 A (AMERICAN OPTICAL CORP) 18/08/1982, todo el documento.	1-6

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
22.07.2011

Examinador
J. Calvo Herrando

Página
1/5



21 N.º solicitud: 201031238

22 Fecha de presentación de la solicitud: 10.08.2010

32 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

51 Int. Cl.: **G02B6/06** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	"Calibration of Incoherent Optical Fiber Bundles for Image Transmission. Fibers Detection Process," (Fernandez, P.R. et al) 03/10/2007 Intelligent Signal Processing, 2007. WISP 2007. IEEE International Symposium on , vol., no., pp.1-6, doi: 10.1109/WISP.2007.4447504 URL: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4447504&isnumber=4447490	1-6
A	"Location of Optical Fibers for the Calibration of Incoherent Optical Fiber Bundles for Image Transmission" (Fernandez, P.R. et al) 01/09/2009 Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on , vol.58, no.9, pp.2996-3003, doi: 10.1109/TIM.2009.2016807URL: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4982623&isnumber=5200743	1-6
A	"Non-homogenous illumination correction of calibrated incoherent optical-fiber-bundles for image transmission purposes" (Demuynck, O. et al) 03/07/2006 Mechatronics, 2006 IEEE International Conference on , vol., no., pp.150-153, doi: 10.1109/ICMECH.2006.252513URL: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4018348&isnumber=4018322	1-6

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
22.07.2011

Examinador
J. Calvo Herrando

Página
2/5

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

G02B

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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 22.07.2011

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-10
Reivindicaciones

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones 1-6
Reivindicaciones 7-10

SI
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	US 6587189 B1 (ROBERTS HILARY E et al.)	01.07.2003
D02	GB 2128839 A (DAINICHI NIPPON CABLES LTD)	02.05.1984
D03	JP 60217306 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD)	30.10.1985
D04	WO 0077555 A1 (INTEL CORP et al.)	21.12.2000
D05	WO 9106881 A1 (SECR DEFENCE BRIT)	16.05.1991
D06	GB 2092859 A (AMERICAN OPTICAL CORP)	18.08.1982
D07	"Calibration of Incoherent Optical Fiber Bundles for Image Transmission. Fibers Detection Process," (Fernandez, P.R. et al)	03/10/2007
D08	"Location of Optical Fibers for the Calibration of Incoherent Optical Fiber Bundles for Image Transmission" (Fernandez, P.R. et al)	01/09/2009
D09	"Non-homogenous illumination correction of calibrated incoherent optical-fiber-bundles for image transmission purposes" (Demuynck, O. et al)	03/07/2006

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

La invención reivindicada presenta un método y sistema para la reconexión de cables incoherentes de fibras ópticas para la transmisión de imágenes. Se considera como el documento del estado de la técnica anterior más próximo al objeto reivindicado el documento D01.

Reivindicación independiente R1

La invención reivindicada difiere principalmente de los documentos citados en que en ninguno de los documentos citados muestra un método para la reconexión de un cable incoherente de fibras ópticas calibrado basado en comparar la imagen de reconexión con la imagen de referencia. Esto permite obtener una correspondencia entre ambas imágenes mediante una segunda tabla de reconexión y de este modo se permite la portabilidad y la recalibración automática de dicho cable incoherente.

En consecuencia, la invención es nueva y se considera que implica actividad inventiva y que tiene aplicación industrial (Art. 6.1 LP).

Reivindicaciones dependientes R2-R6

Las reivindicaciones R2-R6 son dependientes de la reivindicación R1 y como ella, también cumplen los requisitos de novedad y actividad inventiva, ya que añaden características técnicas adicionales de alcance más limitado, sin modificar la naturaleza esencial de la invención.

Reivindicación independiente R7

A la vista de los documentos citados, todas las características descritas en la reivindicación R7 son medidas consideradas obvias para un experto en la materia. Tanto el soporte para sujetar el cable, la lente acoplada a una cámara fotográfica como los medios de iluminación son material conocido en el campo de la calibración de cables incoherentes de fibras ópticas. Por otro lado, no se aprecia actividad inventiva en que unos medios de procesamiento determinen una tabla de reconstrucción entre dos imágenes

Por tanto, no se considera que la reivindicación R7 implique actividad inventiva (Art. 8.1. LP)

Reivindicaciones dependientes R8-R10

A la vista de lo que se conoce de los documentos citados, no se considera que requiera ningún esfuerzo inventivo para un experto en la materia desarrollar un sistema como el descrito en las reivindicaciones R8-R10. Por consiguiente, la invención reivindicada en las reivindicaciones R8-R10 no implica actividad inventiva.