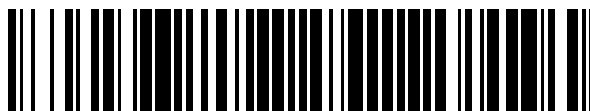


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 217**

51 Int. Cl.:

G01B 11/25 (2006.01)

G01B 11/30 (2006.01)

G01N 21/898 (2006.01)

G01N 33/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2007** **E 07107045 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2017** **EP 1985969**

54 Título: **Método y aparato para determinar la cantidad de luz dispersada en un sistema de visión artificial**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.12.2017

73 Titular/es:

**SICK IVP AB (100.0%)
WALLENBERGS GATA 4
583 35 LINKÖPING, SE**

72 Inventor/es:

**JOHANNESSON, MATTIAS;
TURBELL, HENRIK y
HOLM, PER**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 648 217 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para determinar la cantidad de luz dispersada en un sistema de visión artificial

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método y un aparato en un sistema de visión artificial y, en particular, a un aparato que permite determinar la cantidad de luz dispersada, así como a un método para tal determinación. La invención se refiere además a un soporte legible por ordenador para determinar la cantidad de luz dispersada.

Antecedentes de la invención

Los sistemas de visión se usan ampliamente para, p. ej., detectar defectos de objetos o medir la presencia y la posición de un objeto colocado sobre un soporte. Tales sistemas comprenden una cámara o un sensor de imágenes y una fuente de luz dispuesta para iluminar con luz incidente un objeto a medir. La cámara detecta la luz reflejada desde el objeto y, así, se crea una imagen de dicho objeto. Existe a menudo un requisito para formar imágenes de múltiples características del mismo objeto, tales como diversas características tridimensionales (3D) y bidimensionales (2D). En la imagen en 3D, se forman imágenes de las características geométricas tales como la anchura, la altura, el volumen, etc. del objeto. En la imagen en 2D, se forman imágenes de las características tales como las grietas, la orientación estructural, la posición y la identidad, por ejemplo, a través de marcas, códigos de barras o códigos de matriz. Se forman imágenes usualmente en la escala de grises de la información de intensidad en la imagen en 2D, pero es también común formar imágenes en color de la imagen en 2D, es decir, registrar los componentes R (rojo), G (verde) y B (azul), por ejemplo, mediante filtros selectivos de longitud de onda o longitudes de onda de la fuente de luz.

La formación de imágenes tridimensionales o la formación de imágenes de intervalo se usa para obtener un conjunto de valores de intervalo, y los valores de píxel de una imagen de intervalo representan la distancia entre la cámara, "o un punto fijo", y el objeto medido. Existen varias técnicas bien conocidas para medir datos de intervalo. Las mismas incluyen triangulación láser, formación de imágenes de luz estructurada, mediciones de luz de desconexión y formación de imágenes estéreo.

Además, es posible medir la dispersión de la luz incidente en la capa superficial del objeto. Es decir, la luz que penetra en el material del objeto y, después de la dispersión, se registra en el momento en que sale del material en un lugar diferente del lugar en el que entró. Cómo ocurra esto depende de las características internas del material. Cuando el objeto y el artefacto consisten en diferentes tipos de materiales o diferentes estructuras internas, la luz incidente se dispersa de modo distinto dentro del material y, así, los defectos del objeto se identifican midiendo la luz dispersada. Se ha de señalar que el término dispersar, en este contexto, no se debe confundir con la luz reflejada de modo difusivo desde la superficie.

Un planteamiento de la técnica anterior se muestra en el documento EP 765 471, que describe una disposición y un método para la detección de defectos en la madera. En este caso, se usa una fuente de luz en el eje óptico, es decir, en el mismo eje que el sensor cuando se mide, y se muestrean filas de sensores independientes, que cubren líneas virtuales independientes sobre el objeto, para la luz reflejada directamente y la luz dispersada directamente. Este método proporciona resultados muy buenos si está ajustado correctamente, pero es difícil de establecer y ajustar.

Otro planteamiento de la técnica anterior se muestra en el documento EP 1 432 961, que describe un método y una disposición que permiten una medición eficiente de objetos usando triangulación, en donde los datos se proporcionan a la salida y se procesan a partir de una ventana alrededor del pico de intensidad máxima. El método y la disposición descritos requieren que todos los datos alrededor del pico se mantengan de manera que se puedan usar para determinar la intensidad de la luz dispersada en una posición fija relacionada con el máximo encontrado del pico. Típicamente, los datos de ventana sin procesar se pueden extraer del sensor, pero se deben exportar a una fuente exterior para su procesamiento adicional, lo que reduce el comportamiento y añade complejidad.

Estos métodos conocidos previamente para medir luz dispersada se ilustran en la figura 4a, que muestra una imagen de un objeto captado en un sensor bidimensional. El sensor detecta tanto la luz dispersada en las zonas S1 y S2 en el objeto como la luz reflejada R en el objeto. Por ambos lados de la luz reflejada R, aparece una zona de luz dispersada que se puede ver como S en la figura 4a. Las intensidades (potencias de la señal) de la luz reflejada R y la luz dispersada S1 y S2 en la imagen captada en la figura 4a se muestran en la figura 4b.

Si la imagen completa se recupera del sensor, una unidad de procesamiento de señales externas realiza el procesamiento para encontrar la intensidad de la luz dispersada y reflejada. La salida de información sin procesar del sensor limita, sin embargo, la posible velocidad de muestreo. Si el sensor tiene capacidad de acceso aleatorio, es posible extraer del sensor solamente las zonas interesantes, recuperando así una cantidad más pequeña de datos procedentes del sensor y la posibilidad de alcanzar una mayor velocidad de muestreo. Con algunos sensores, es posible también tener un tiempo de exposición y/o una amplificación de lectura de salida diferentes para las dos zonas y, también, para sumar la luz dispersada desde varias filas a fin de aumentar más la potencia de la señal.

La luz dispersada se puede recoger en un lado, S1 o S2, de la luz reflejada o sumar desde ambos lados, S1 y S2, para aumentar más la potencia de la señal. Si se utiliza una fuente de luz puntual, se pueden usar una multitud de posiciones alrededor del punto, juntas o independientes entre sí, para determinar la cantidad de luz dispersada.

5 En un sistema de triangulación es difícil la medición eficiente de la cantidad de luz dispersada, ya que es necesario medir la intensidad de la luz detectada en una posición fija, lejos de la luz entrante, como se puede ver en la figura 4b.

El documento EP 1612509 describe un aparato y un método de formación de imágenes para medir las características de la forma de un objeto usando datos de intervalo.

10 El documento JP H03211406 A describe un método para medir la rugosidad superficial rápidamente sin contacto midiendo en base al desarrollo de una función Gaussiana cerca del pico de una curva de distribución de intensidad de luz reflejada.

Compendio de la invención

15 Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es proporcionar un método mejorado para determinar la cantidad de luz dispersada en un objeto en un sistema de visión artificial, que comprende: una fuente de luz que ilumina dicho objeto con luz incidente que tiene una extensión limitada, al menos en una dirección; y un sensor de imágenes que detecta la luz que emana de dicho objeto, en donde dicha luz emanada es luz reflejada en la superficie de dicho objeto y luz dispersada en dicho objeto, dando dicha luz detectada como resultado al menos una curva de distribución de intensidad en dicho sensor de imágenes, que tiene un pico en el que dicha luz reflejada se detecta en dicho sensor de imágenes.

20 Según un primer aspecto de la presente invención, este objetivo se consigue a través de un método como se define en la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

25 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un aparato mejorado para determinar la cantidad de luz dispersada en un objeto en un sistema de visión artificial, que comprende: una fuente de luz que ilumina dicho objeto con luz incidente que tiene una extensión limitada, al menos en una dirección; y un sensor de imágenes que detecta la luz que emana de dicho objeto, en donde dicha luz emanada es luz reflejada en la superficie de dicho objeto y luz dispersada en dicho objeto, dando dicha luz detectada como resultado al menos una curva de distribución de intensidad en dicho sensor de imágenes, que tiene un pico en el que dicha luz reflejada se detecta en dicho sensor de imágenes.

30 Según un segundo aspecto de la presente invención, este objetivo se consigue a través de un aparato como se define en la parte caracterizadora de la reivindicación 4.

35 Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un soporte mejorado legible por ordenador, que contiene un programa informático para determinar la cantidad de luz dispersada en un objeto en un sistema de visión artificial, que comprende: una fuente de luz que ilumina dicho objeto con luz incidente que tiene una extensión limitada, al menos en una dirección; y un sensor de imágenes que detecta la luz que emana de dicho objeto, en donde dicha luz emanada es luz reflejada en la superficie de dicho objeto y luz dispersada en dicho objeto, dando dicha luz detectada como resultado al menos una curva de distribución de intensidad en dicho sensor de imágenes, que tiene un pico en el que dicha luz reflejada se detecta en dicho sensor de imágenes.

Según un tercer aspecto de la presente invención, este objetivo adicional se consigue a través de un soporte legible por ordenador como se define en la parte caracterizadora de la reivindicación 7.

40 Por consiguiente, la invención está definida por las reivindicaciones independientes 1, 4 y 7 adjuntas.

Las realizaciones adicionales se enumeran en las reivindicaciones dependientes.

45 Gracias a la disposición de un método y un aparato, que usa una función incremental para medir un valor descriptor de forma del pico de las curvas de distribución de intensidad, no es necesario almacenar información sobre la intensidad en la zona alrededor del pico y, así, se ahorra ancho de banda. Además, midiendo la luz dispersada de este modo se consigue una medida independiente de la intensidad de la luz reflejada, que evita la interferencia entre la luz reflejada directamente y la luz dispersada y que es más sencilla que los planteamientos de la técnica anterior de establecimiento y ajuste para reducir tal interferencia.

50 Además, en la técnica anterior, combinando las mediciones de triangulación y dispersión, es necesario determinar primero la posición del pico, antes de poder medir la luz dispersada a una distancia predeterminada desde esta posición (como se puede ver en la figura 4b). Gracias a la disposición del método y el aparato inventivos, ya no se necesita determinar primero la posición del pico.

Otros objetos y características adicionales de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, cuando se considera junto con los dibujos que se acompañan. Se ha de entender, sin embargo, que los dibujos están diseñados exclusivamente con fines ilustrativos y no como una definición de los

límites de la invención, para lo que se deberá hacer referencia a las reivindicaciones adjuntas. Se deberá entender además que los dibujos no están necesariamente dibujados a escala y que, a menos que se indique de otro modo, están destinados simplemente a ilustrar, desde un punto de vista conceptual, las estructuras y los procedimientos descritos en la presente memoria.

5 Breve descripción de los dibujos

En los dibujos, en donde caracteres de referencia semejantes indican elementos similares en todas las diversas vistas:

la figura 1 ilustra esquemáticamente un aparato de formación de imágenes para medir las características de un objeto;

10 la figura 2 muestra una imagen del objeto en la figura 1, captada en un sensor bidimensional;

la figura 3 ilustra cómo se refleja la luz sobre el objeto y cómo se dispersa dentro del mismo;

la figura 4a ilustra un método de la técnica anterior para medir luz dispersada desde una imagen de un objeto, captada en un sensor bidimensional;

15 la figura 4b muestra una curva de distribución de intensidad en un corte transversal A - A de la imagen en la figura 4a;

la figura 5a ilustra una imagen del objeto en la figura 1, captada en un sensor bidimensional;

la figura 5b muestra una curva de distribución de intensidad en un corte transversal B - B de la imagen en la figura 5a;

20 la figura 5c muestra una curva de distribución de intensidad en un corte transversal C - C de la imagen en la figura 5a.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La figura 1 ilustra esquemáticamente un aparato de formación de imágenes para medir las características de un objeto y para determinar la cantidad de luz dispersada en un objeto en un sistema de visión artificial. El aparato comprende al menos una fuente de luz 3 dispuesta para iluminar el objeto 1 con luz incidente 2 que tiene una extensión limitada, al menos en una dirección. Dicha al menos una fuente de luz 3 genera una línea de luz a través del objeto 1. Un sensor de imágenes 5 está dispuesto para detectar mediante una lente 4 la luz que emana del objeto 1, en donde la luz emanada es luz reflejada en la superficie del objeto 1 y luz dispersada en el objeto 1 (que se explica adicionalmente junto con la figura 2), y para convertir la luz detectada en señales eléctricas. La luz detectada da como resultado una multitud de curvas de distribución de intensidad en el sensor de imágenes 5, teniendo cada una de ellas un pico en el que dicha luz reflejada se detecta en dicho sensor de imágenes 5. El aparato comprende además medios para crear una representación digital de la sección transversal iluminada del objeto según las señales eléctricas. Aún más, el aparato comprende medios para procesar y analizar la representación digital.

El objeto y el aparato de formación de imágenes son desplazados uno respecto al otro en una dirección predefinida de movimiento, en la dirección y mostrada en la figura 1. En la realización preferida de la presente invención, el objeto 1 se mueve respecto al aparato de formación de imágenes. El objeto 1 puede estar, p. ej., colocado sobre una cinta transportadora que se mueve o, alternativamente, no hay ninguna cinta y el objeto 1 se mueve por sí mismo. En vez del objeto 1 moviéndose respecto al aparato de formación de imágenes, se puede invertir naturalmente la relación, es decir, el objeto 1 está estacionario y el aparato de formación de imágenes se mueve sobre el objeto durante la medición. En otra realización adicional, tanto el objeto 1 como el aparato de medición se mueven uno respecto al otro. En otra realización adicional más de la presente invención, la fuente de luz 3, tal como un láser, escanea el objeto 1.

La fuente de luz 3 genera luz estructurada, por ejemplo, luz puntual, luz lineal o luz compuesta por múltiples segmentos sustancialmente puntuales o lineales, y puede ser de cualquier tipo adecuado para su aplicación, por ejemplo un láser, un diodo emisor de luz (LED), una luz normal (bombilla), etc., con la que está familiarizado el experto en la técnica y no se describirá adicionalmente en la presente memoria. Se usa preferiblemente luz láser en la realización preferida de la presente invención.

La fuente de luz 3 comprende, en una realización de la presente invención, un polarizador (no mostrado), que polariza la luz incidente 2. Esto facilita hacer una distinción entre luz reflejada y dispersada, ya que la luz reflejada también estará polarizada, pero la luz dispersada estará polarizada en menor grado. Cuando la fuente de luz 3 comprende un polarizador, es ventajoso usar un sensor que mejora/disminuye la luz polarizada en direcciones diferentes, lo que conduce a una reducción de la intensidad de la luz reflejada y, así, obteniendo un mejor contraste de la luz dispersada.

El sensor 5 está colocado a una distancia predeterminada desde la fuente de luz 3. En la realización preferida, el sensor 5 es un sensor de agrupación con $u \times v$ píxeles (donde v son las filas y u son las columnas), pero un experto en la técnica apreciará que la invención se puede aplicar a otros tipos de sensores, tales como sensores CCD o sensores CMOS, o a cualquier otro sensor adecuado para las características de formación de imágenes de un objeto. El sensor 5 es, en el presente sistema, capaz de medir información tanto bidimensional (2D, intensidad) como tridimensional (3D, datos de intervalo), es decir, es capaz de medir tanto la distribución de intensidad como el perfil geométrico del objeto. Los datos de intervalo se obtienen, en la realización preferida, usando triangulación, es decir, la posición de la luz reflejada en el sensor 5 indica la distancia desde dicho sensor 5 hasta el objeto 1, cuando la fuente de luz 3 está colocada a una distancia predeterminada desde el sensor 5.

El sensor 5 está dispuesto para detectar información de intervalo del objeto 1 en una pluralidad de secciones transversales del objeto iluminadas por la fuente de luz 3, es decir, está dispuesto para medir (escanear) repetidamente el objeto 1, a fin de obtener una pluralidad de imágenes en sección transversal que se ponen juntas en una imagen de intervalo del objeto.

La luz reflejada R y dispersada S en cada sección transversal del objeto 1 dan como resultado una imagen de dicho objeto 1 en el sensor 5, que se ilustra en la figura 2. Como se puede ver en la figura 2, la cantidad de luz dispersada varía a lo largo de la dirección x del objeto debido a las diferentes características internas del material, pero posiblemente también debido a los defectos en el objeto 1. Esto se explica adicionalmente en lo que sigue junto con la figura 3.

La figura 3 muestra cómo se refleja la luz sobre el objeto y cómo se dispersa dentro del mismo en una sección transversal del objeto 1 vista desde la dirección x. Así, la luz incidente 2 está dispuesta para golpear la superficie del objeto 1, por lo que parte de lo que incide se refleja con reflexión difusa y especular en la superficie con una diseminación en forma de abanico indicada con R en la figura 3. Parte de la luz incidente 2 penetra en el objeto 1 y se dispersa dentro del material del objeto bajo la superficie (en la capa superficial) ilustrada con las flechas 7 en la figura 3, por lo que sale del material en lugares diferentes del lugar en el que entró. La diseminación de la luz dispersada se indica como S en la figura 3 y depende de las diferentes características internas del material.

En el método de la técnica anterior para medir la luz dispersada, se puede recoger luz desde las zonas S1 y/o S2 del objeto, mostradas en la figura 4a y descritas anteriormente. Las zonas S1 y S2 se deben elegir para estar a una distancia, lejos de donde la luz incidente golpea el objeto para reducir la interferencia.

El aparato de formación de imágenes inventivo, sin embargo, comprende medios para medir una anchura de dicha al menos una curva de distribución de intensidad, por lo que dicha anchura medida indica la cantidad de luz dispersada en dicho objeto 1. Así, se usa una función que puede medir un valor descriptor de forma de un pico de una curva de distribución de intensidad, en vez de medir la potencia/intensidad de la señal a una distancia, lejos de la entrada de la luz incidente (como se muestra en las figuras 4a y 4b). Esta medición puede ser, p. ej., la desviación estándar, que es una medición de la anchura del pico (suponiendo una función de distribución (Gaussiana) normal), como se expresa en la ecuación (1). Incluso si los datos no siguen la distribución Gaussiana supuesta en la ecuación (1), proporcionan una medición relevante de la anchura del pico. El método se puede implementar de modo que hace innecesario almacenar información sobre la intensidad en la zona alrededor del pico, es decir, es un método de medición incremental en donde el cálculo se realiza fila por fila y se pueden descartar los datos obtenidos originalmente.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{\sum f(x)} \times \sum f(x)(x - \bar{x})^2} \quad (1)$$

Así, la figura 5a ilustra una imagen del objeto 1 (mostrado en la figura 1) captada en el sensor en el que se ven la luz reflejada R y dispersada S.

La figura 5b ilustra cómo la intensidad de la luz que emana se distribuye en forma de una curva de distribución de intensidad en la sección transversal B - B de la figura 5a. La curva de distribución de intensidad es un resultado (una combinación) de las dos curvas mostradas en la figura 3, es decir, la luz reflejada R y la luz dispersada S. La posición pico P de la curva está donde se capta en el sensor la luz reflejada R máxima.

Según la realización preferida de la invención, la luz dispersada se determina midiendo la anchura de la curva de distribución de intensidad alrededor de la posición pico P y se indica como w en la figura 5b. Cuando la desviación estándar se usa para determinar la anchura de la curva, w es igual a dos sigma (2σ), es decir, $\pm \sigma$.

La figura 5c ilustra cómo la intensidad de la luz que emana se distribuye en la sección transversal C - C de la figura 5a. Como se puede ver de la figura, hay menos luz dispersada en esta sección transversal que en la sección transversal B - B. Así, la anchura, w, medida de la curva es menor que en la figura 5b.

Para facilitar la medición de la anchura, se puede calcular la posición pico P. Si la posición pico se calcula usando pares (centro de gravedad), los pares nulo y de primer orden, m_0 y m_1 , se calculan según las ecuaciones (2)-(4). Si,

adicionalmente, el par de segundo orden, m_2 , se calcula con la ecuación (5), existe suficiente información para crear de nuevo la desviación estándar usando la fórmula según la ecuación (6):

$$m_i = \sum_{x=0}^{N-1} x^i f(x) \quad (2)$$

$$m_0 = \sum f(x) \quad (3)$$

$$5 \quad m_1 = \sum x f(x) \quad (4)$$

$$m_2 = \sum x^2 f(x) \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{m_0} \times \left(m_2 - m_1 \left(\frac{m_1}{m_0} \right) \right)} \quad (6)$$

10 Nótese que se calcula la división m_1/m_0 para conseguir la posición Cog y no se tiene que volver a calcular. No hay necesidad de obtener la raíz cuadrada para conseguir la verdadera desviación estándar en la mayoría de los casos, ya que el resultado solamente se compara con un valor umbral. La medición de la desviación estándar es también independiente de la intensidad del pico del láser, que elimina el requisito de medir la intensidad de la luz reflejada que se usa para la normalización. Según la definición de desviación estándar para una distribución Gaussiana normal, la desviación estándar mide la anchura en la que se incluyen aproximadamente el 68% de los valores de la distribución. Es decir, para una distribución normal, la suma de los valores dentro de una anchura de $\pm$ sigma del valor medio está alrededor del 68% de la suma total de los valores de la distribución. El experto en la técnica se da cuenta que la invención no está limitada a medir $\pm$ sigma del valor medio, sino también, p. ej., se puede usar $\pm$ dos sigma, lo que conduce a alrededor del 95% de la suma total.

15 El cálculo de los pares en las ecuaciones (3) - (5) se puede implementar muy eficientemente de modo iterativo usando solamente adiciones. Además, se obtiene una medida (desviación estándar) que no necesita ningún ajuste adicional de la distancia desde el pico para muestrear la intensidad de dispersión.

Según otra realización preferida de la presente invención, la anchura de la curva se mide sobre un nivel predefinido de dicha al menos una curva de distribución de intensidad, en la que una relación entre la intensidad sobre dicho nivel predefinido y una intensidad máxima de dicha al menos una curva es del 10% al 80% y, preferiblemente entre el 30% y el 50%.

25 Así, según la realización preferida de la presente invención, se proporciona un método para determinar la cantidad de luz dispersada en un objeto en un sistema de visión artificial, que comprende: una fuente de luz que ilumina dicho objeto con luz incidente que tiene una extensión limitada, al menos en una dirección; y un sensor de imágenes que detecta la luz que emana de dicho objeto, en donde dicha luz emanada es luz reflejada en la superficie de dicho objeto y luz dispersada en dicho objeto, dando dicha luz detectada como resultado al menos una curva de distribución de intensidad en dicho sensor de imágenes, que tiene un pico en el que dicha luz reflejada se detecta en dicho sensor de imágenes. El método comprende la etapa de medir una anchura de dicha al menos una curva de distribución de intensidad, por lo que dicha anchura medida indica la cantidad de luz dispersada en dicho objeto.

Además, la anchura medida se compara con un valor umbral, por lo que la cantidad de luz dispersada corresponde a la magnitud que dicha anchura medida excede dicho valor umbral.

35 Además de determinar la cantidad de luz dispersada, se pueden medir datos de intervalo usando la posición del pico de la curva de distribución de intensidad a fin de obtener la forma geométrica del objeto.

Para facilitar la comprensión, se describen muchos aspectos de la invención desde el punto de vista de secuencias de acciones a realizar mediante, por ejemplo, elementos de un sistema informático programable. Se reconocerá que las diversas acciones se podrían realizar mediante circuitos especializados (p. ej., unas puertas lógicas discretas interconectadas para realizar una función especializada o unos circuitos integrados de aplicación específica), por instrucciones de programa ejecutadas mediante uno o más procesadores, o una combinación de ambos.

Además, se puede considerar adicionalmente que la invención está realizada en su totalidad en cualquier forma de soporte de almacenamiento legible por ordenador, que tiene almacenado en el mismo un conjunto apropiado de instrucciones para su uso por o en relación con un sistema, aparato o dispositivo de ejecución de instrucciones, tal como un sistema basado en ordenadores, un sistema que contiene procesadores u otro sistema que puede buscar instrucciones en un soporte y ejecutar las instrucciones. Como se usa en este caso, un "soporte legible por ordenador" puede ser cualquier medio que es capaz de contener, almacenar, comunicar, propagar o transportar el

5 programa para su uso por o en relación con el sistema, aparato o dispositivo de ejecución de instrucciones. El soporte legible por ordenador puede ser, por ejemplo, un sistema, aparato, dispositivo o soporte de propagación electrónico, magnético, óptico, electromagnético, infrarrojo o semiconductor, pero sin estar limitado al mismo. Los ejemplos más específicos (una lista no exhaustiva) del soporte legible por ordenador incluyen una conexión eléctrica que tiene uno o más cables, un disquete de ordenador portátil, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable que se puede borrar (EPROM o Memoria flash), una fibra óptica y un disco compacto portátil de solo lectura (CD-ROM).

10 Así, se proporciona un soporte legible por ordenador, que contiene un programa informático, según una realización preferida de la presente invención, para determinar la cantidad de luz dispersada en un objeto en un sistema de visión artificial, que comprende: una fuente de luz que ilumina dicho objeto con luz incidente que tiene una extensión limitada, al menos en una dirección; y un sensor de imágenes que detecta la luz que emana de dicho objeto, en donde dicha luz emanada es luz reflejada en la superficie de dicho objeto y luz dispersada en dicho objeto, dando
15 dicha luz detectada como resultado al menos una curva de distribución de intensidad en dicho sensor de imágenes, que tiene un pico en el que dicha luz reflejada se detecta en dicho sensor de imágenes, en donde el programa informático realiza la etapa de medir una anchura de dicha al menos una curva de distribución de intensidad, por lo que dicha anchura medida indica la cantidad de luz dispersada en dicho objeto.

Las modificaciones de las realizaciones de la invención descritas en lo anterior son posibles sin salirse del alcance de la invención, como se define por las reivindicaciones que se acompañan.

20 Los números dentro de los paréntesis en las reivindicaciones que se acompañan están destinados a ayudar en la comprensión de las reivindicaciones y no se debe interpretar, de modo alguno, que limitan la materia sustantiva reivindicada por dichas reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar la cantidad de luz dispersada en un objeto (1) en un sistema de visión artificial, que comprende:

- 5 - iluminar dicho objeto (1) con luz incidente (2) que tiene una extensión limitada, al menos en una dirección, usando una fuente de luz (3); y,
- 10 - detectar la luz que emana de dicho objeto (1) usando un sensor de imágenes (5), en donde dicha luz emanada es luz reflejada (R) en la superficie de dicho objeto (1) y luz dispersada (S) en dicho objeto (1), dando dicha luz detectada como resultado al menos una curva de distribución de intensidad en dicho sensor de imágenes (5), que tiene un pico en el que dicha luz reflejada (R) se detecta en dicho sensor de imágenes (5),
- 15 - medir una anchura (w) de dicha al menos una curva de distribución de intensidad, determinando una desviación estándar de dicha curva de distribución de intensidad, por lo que dicha anchura medida indica la cantidad de luz dispersada (S) en dicho objeto (1), y en donde el método está **caracterizado por que** comprende además:
- 20 - comparar dicha anchura medida (w) con un valor umbral, por lo que la cantidad de luz dispersada (S) corresponde a la magnitud que dicha anchura medida (w) excede dicho valor umbral.

2. El método según la reivindicación 1, en donde el método comprende además la etapa de medir datos de intervalo usando las posiciones (P) de dichos picos de dichas curvas de distribución de intensidad a fin de obtener la forma geométrica de dicho objeto (1).

3. El método según la reivindicación 1, en donde dicha fuente de luz (3) genera uno de los siguientes tipos de luz: luz lineal; luz puntual; o luz compuesta por múltiples segmentos sustancialmente puntuales o lineales.

4. Un aparato para determinar la cantidad de luz dispersada en un objeto (1) en un sistema de visión artificial, comprendiendo el aparato:

- 25 - una fuente de luz (3) dispuesta para iluminar dicho objeto (1) con luz incidente (2) que tiene una extensión limitada, al menos en una dirección; y
- 30 - un sensor de imágenes (5) dispuesto para detectar la luz que emana de dicho objeto (1), en donde dicha luz emanada es luz reflejada (R) en la superficie de dicho objeto (1) y luz dispersada (S) en dicho objeto (1), dando dicha luz detectada como resultado una multitud de curvas de distribución de intensidad en dicho sensor de imágenes (5), que tienen un pico en una posición (P) en la que dicha luz reflejada (R) se detecta en dicho sensor de imágenes (5),
- 35 - medios para medir una anchura (w) de dicha al menos una curva de distribución de intensidad, determinando una desviación estándar de dicha curva de distribución de intensidad, por lo que dicha anchura medida indica la cantidad de luz dispersada (S) en dicho objeto (1), y en donde el aparato está **caracterizado por que** el aparato comprende además:
- 40 - medios para comparar dicha anchura medida (w) con un valor umbral, por lo que la cantidad de luz dispersada (S) corresponde a la magnitud que dicha anchura medida excede dicho valor umbral.

5. El aparato según la reivindicación 4, en donde el aparato comprende además medios para medir datos de intervalo usando la posición (P) de dicho pico de dicha curva de distribución de intensidad a fin de obtener la forma geométrica de dicho objeto (1).

6. El aparato según la reivindicación 4, en donde dicha fuente de luz (3) está dispuesta para generar uno de los siguientes tipos de luz: luz lineal; luz puntual; o luz compuesta por múltiples segmentos sustancialmente puntuales o lineales.

7. Un soporte legible por ordenador, que contiene un programa informático para determinar una cantidad de luz dispersada en un objeto (1) en un sistema de visión artificial usando un aparato, comprendiendo el aparato:

- 45 - una fuente de luz (3) dispuesta para iluminar dicho objeto (1) con luz incidente (2) que tiene una extensión limitada, al menos en una dirección; y
- 50 - un sensor de imágenes (5) dispuesto para detectar la luz que emana de dicho objeto (1), en donde dicha luz emanada es luz reflejada (R) en la superficie de dicho objeto (1) y luz dispersada (S) en dicho objeto (1), dando dicha luz detectada como resultado una multitud de curvas de distribución de intensidad en dicho sensor de imágenes (5), que tienen un pico en una posición (P) en la que dicha luz reflejada (R) se detecta en dicho sensor de imágenes (5), en donde el programa informático comprende instrucciones que, cuando las ejecuta un sistema, un aparato o un dispositivo de ejecución de instrucciones, producen la realización de

- 5 una etapa de medir una anchura (w) de dicha al menos una curva de distribución de intensidad, determinando una desviación estándar de dicha curva de distribución de intensidad, por lo que dicha anchura medida indica la cantidad de luz dispersada (S) en dicho objeto (1), **caracterizado por que** dichas instrucciones, cuando las ejecuta un sistema, un aparato o un dispositivo de ejecución de instrucciones, producen además la realización de una etapa de comparar dicha anchura medida (w) con un valor umbral, por lo que la cantidad de luz dispersada (S) corresponde a la magnitud que dicha anchura medida (w) excede dicho valor umbral.

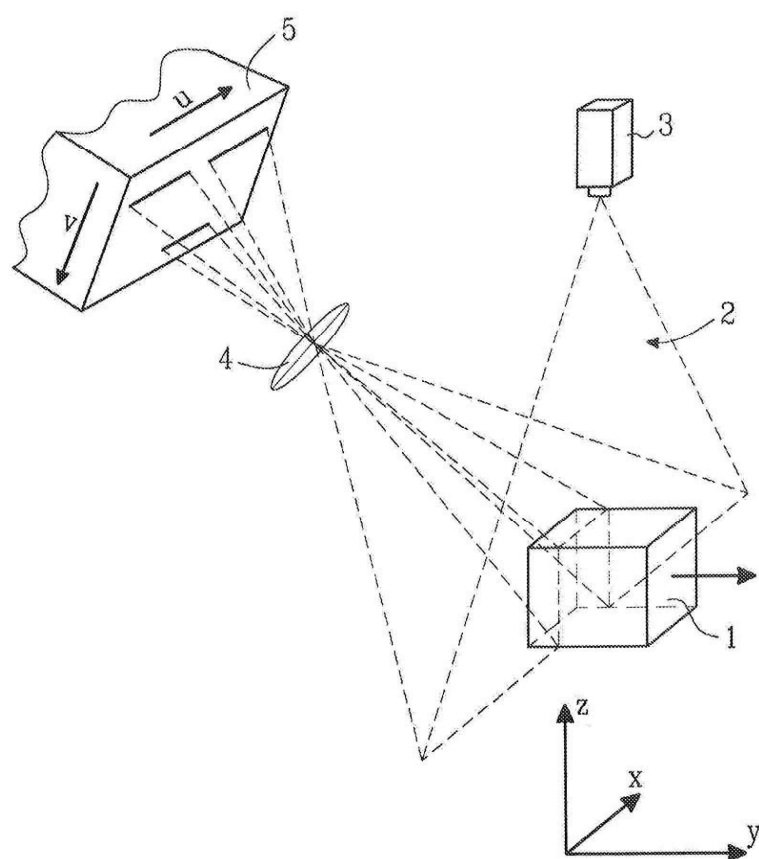


Fig. 1

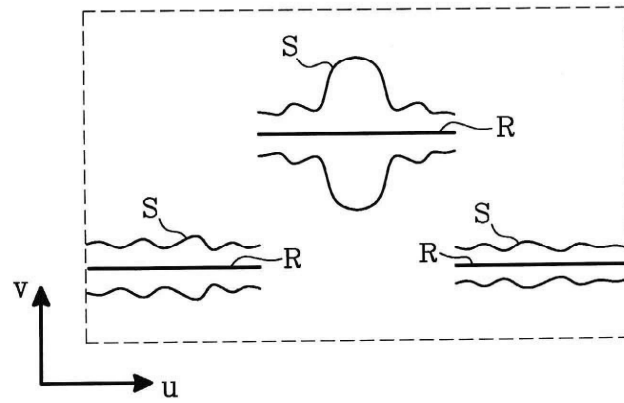


Fig. 2

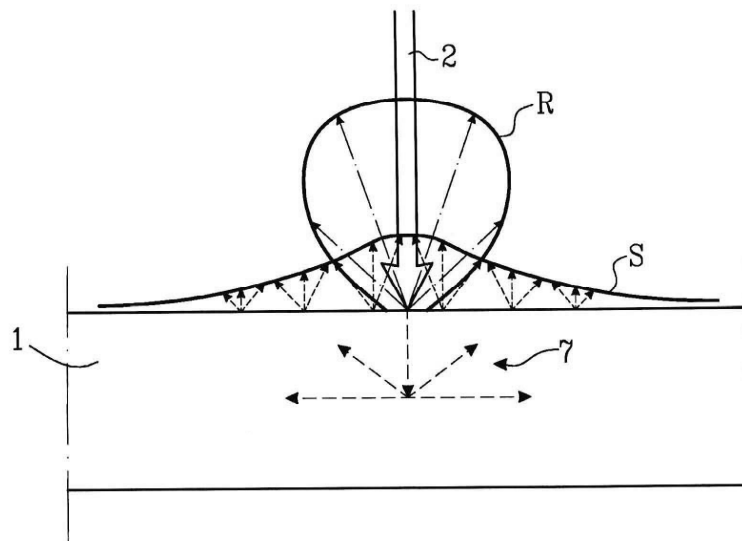
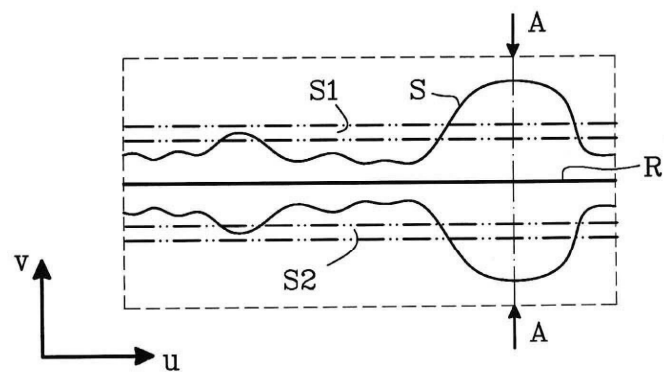
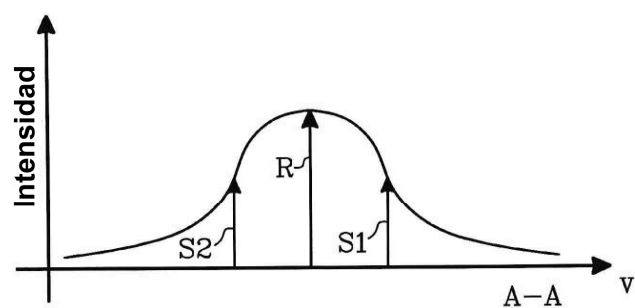


Fig. 3



Técnica anterior

Fig.4a



Técnica anterior

Fig.4b

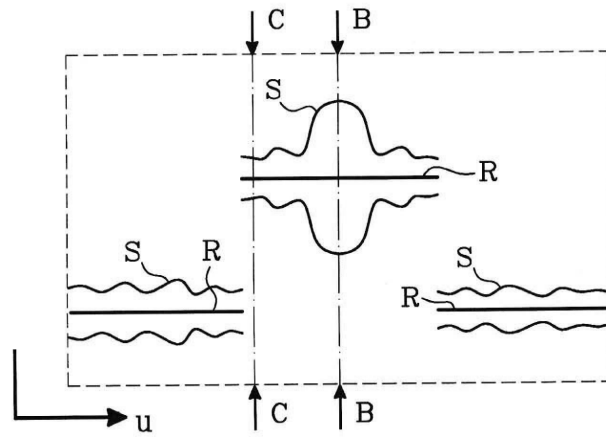


Fig.5a

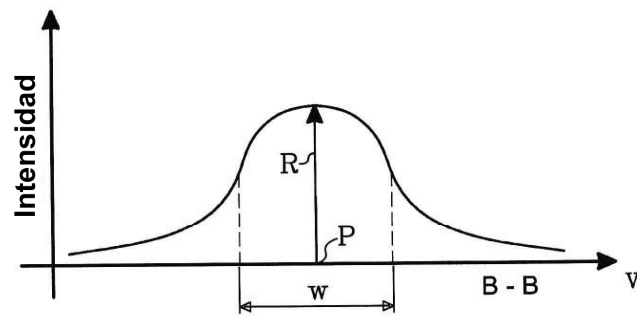


Fig.5b

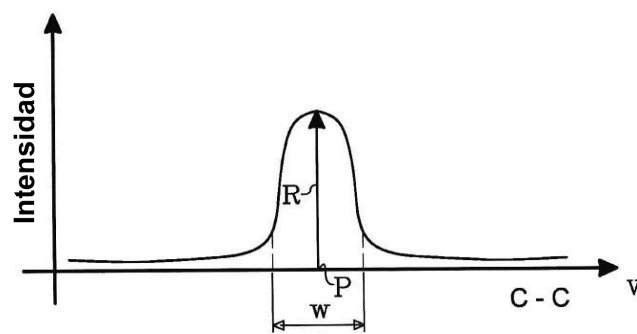


Fig.5c