



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 337 212**

(51) Int. Cl.:

G01B 11/25 (2006.01)

B61K 9/08 (2006.01)

E01B 35/06 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **07789357 .6**

(96) Fecha de presentación : **26.07.2007**

(97) Número de publicación de la solicitud: **2047210**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **15.04.2009**

(54) Título: **Escaneado óptico de un perfil.**

(30) Prioridad: **28.07.2006 GB 0615032**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.04.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.04.2010

(73) Titular/es: **DeltaRail Group Limited**
Hudson House, 2 Hudson Way, Pride Park
Derby, Derbyshire DE24 8HS, GB

(72) Inventor/es: **Patko, Sandor, Matyas y**
Asprey, Peter Daniel

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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

Escaneado óptico de un perfil.

5 Esta invención está relacionada con un método óptico para determinar un perfil de una superficie, y/o un escáner de perfiles que opera de acuerdo con este método.

10 Los escáneres ópticos de perfiles tales como los escáneres de perfiles por láser son unos instrumentos conocidos. Comprenden una fuente luminosa tal como un láser que está dispuesto para escanear a través de un ángulo para definir un plano de iluminación, y una cámara dispuesta para visualizar la forma de la línea de iluminación sobre un objeto, tal como una rueda de un tren de ferrocarril. A partir de la forma de la línea visualizada por la cámara, podrá determinarse la forma del objeto. Hasta ahora la calibración de tales dispositivos requería información sobre los emplazamientos de la fuente luminosa y la cámara. El método conocido estándar de operación es disponer la fuente luminosa de forma que el plano incidente sea perpendicular al eje longitudinal del objeto; la cámara está dispuesta con su eje de visualización en un ángulo grande (por ejemplo en el rango de 45° a 70°) con el plano incidente. Tales instrumentos pueden proporcionar unas medidas precisas de la forma de la sección transversal de los objetos tales como los raíles y las barras de acero, pero si esta técnica se utiliza para monitorizar la forma de objetos metálicos que sean brillantes entonces existirán dos problemas potenciales; en primer lugar, existe el riesgo de la luz solar se refleje hacia la cámara; en segundo lugar, la cantidad de luz dispersada hacia la cámara por una superficie brillante es una proporción pequeña de la luz incidente, y en consecuencia la técnica requiere una fuente luminosa de alta potencia y una cámara sensible, y se precisa de un blindaje por la seguridad de cualquier persona que pueda estar presente en las proximidades.

20 El documento US 2006/144129A describe un sistema para la medida del desplazamiento relativo de la vía férrea, en donde el sistema comprende:

25 un vehículo para raíles que tiene un cuerpo y un conjunto de ruedas, en donde al menos una de las ruedas del conjunto de ruedas está acoplada al raíl en un punto de contacto en una rueda y en el raíl;

30 al menos un emisor óptico montado en el vehículo, en donde el emisor óptico está configurado para emitir un haz detectable sobre la superficie subyacente del raíl a una distancia a lo largo del raíl separada de al menos de uno de los puntos de contacto de la rueda y el raíl; y

35 una cámara montada en el vehículo para grabar el haz sobre la superficie del raíl subyacente conforme el vehículo se desplaza a lo largo del raíl para determinar el desplazamiento relativo vertical del raíl.

40 El documento DE 29921143 reivindica y describe un aparato de medida longitudinal que comprende un generador de rayos y unos medios para determinar la distancia de un objeto desde la reflectancia de la luz procedente del objeto, en donde se proyectan dos haces luminosos paralelos en el objeto y en donde una cámara graba las imágenes de la luz reflejada desde el objeto, en donde la distancia entre las imágenes de los dos haces luminosos se utiliza para determinar la distancia entre el aparato y el objeto. Los haces luminosos pueden tener la forma de rayos o haces planos.

45 El documento US 4325639A reivindica y expone un método para medir distancias y para determinar el contorno tridimensional de una pieza de trabajo la proyección de dos haces luminosos de distintas longitudes de onda sobre la pieza de trabajo, pivotando los haces en sus plano común, pivotando el plano común alrededor de un eje que sea común con el mencionado plano, midiendo los ángulos de inclinación de los puntos luminosos generados por los haces sobre la superficie de la pieza de trabajo en las distintas longitudes de onda, determinando la posición de la imagen de cada punto luminoso, y calculando las distancias y el contorno, utilizando los ángulos de inclinación y las posiciones de las imágenes.

50 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método de determinación de un perfil de una superficie de un objeto, teniendo un eje longitudinal y un perfil que es perpendicular al eje longitudinal, comprendiendo el método las etapas de disponer una cámara para visualizar una porción de la superficie con su eje de visualización substancialmente perpendicular al eje longitudinal del objeto, y disponiendo dos fuentes de haces luminosos para definir los planos de iluminación, en donde los planos de iluminación se cruzan con la mencionada porción de la superficie, para definir dos líneas sobre la superficie, operando la cámara para producir una imagen de la porción de la superficie, incluyendo las imágenes de dos líneas, caracterizado porque se determina la separación longitudinal de las dos líneas en la imagen en una multiplicidad de posiciones a lo largo de las líneas a través del objeto, y determinando el perfil de la superficie del objeto.

60 Preferiblemente, las fuentes de los haces luminosos están dispuestas cerca de la cámara, más preferiblemente con la cámara entre los mismos. Preferiblemente, las fuente de los haces luminosos y la cámara están suficientemente cerca conjuntamente para que los ángulos entre las líneas rectas desde una posición sobre la superficie hasta las fuentes de los haces luminosos y la cámara sean inferiores a 40°, y más preferible inferior a 30°. Esto tiene la ventaja de que las fuentes de los haces luminosos y la cámara pueden fijarse conjuntamente y tratándose como una sola unidad. Una ventaja adicional es que la cámara está visualizando la luz dispersada en una dirección próxima a la luz reflejada, la cual es algo más intensa que la luz dispersada en ángulos grandes, de forma que esta disposición realza la intensidad de la imagen.

En un modo de operación, los planos de iluminación son paralelos con respecto al eje de visualización de la cámara. En este caso, las dos líneas sobre la superficie son paralelas, pero su separación en la imagen en distintas posiciones a lo largo de las mismas varía debido a cualquier variación en la distancia desde la cámara (debido al perfil de la superficie), y por ello la separación entre puntos a lo largo de las líneas en la imagen puede estar relacionada con el perfil de la superficie. No obstante, esto no proporciona un método de medida sensible.

En un modo preferido de operación, los planos de iluminación están inclinados entre sí. Esto posibilita la obtención de una sensibilidad considerablemente mayor, en donde la separación de las líneas en la imagen varían mucho más significativamente con la distancia desde la cámara, y por tanto con el perfil. Los planos de iluminación pueden disponerse para estar insertados entre la cámara y la superficie, o más allá de la superficie.

La presente invención proporciona también un escáner de perfiles para determinar el perfil de la superficie de un objeto, teniendo el objeto un eje longitudinal, y en donde el escáner de perfiles comprende una cámara que está dispuesta durante la operación para visualizar una porción de la superficie con su eje de visualización substancialmente perpendicular al eje longitudinal del objeto, y dos fuentes de haces luminosos que están dispuestas para definir los planos de iluminación, en donde los planos de iluminación se cruzan con la mencionada porción de la superficie, para definir dos líneas sobre la superficie, de forma que durante la operación la cámara pueda generar una imagen de la porción de la superficie que incluya las imágenes de las dos líneas, y comprendiendo además los medios adaptados para determinar el perfil de la superficie del objeto desde la separación de las dos líneas en la imagen en una multiplicidad de posiciones a lo largo de las dos líneas.

Preferiblemente, las fuentes de los haces luminosos están dispuestas cerca de la cámara, más preferiblemente montadas conjuntamente como una unidad. Pueden estar encerradas dentro de un armazón común provisto con una abertura o ventana.

En esta memoria técnica, el término “eje longitudinal” no debe considerarse como que implica que el objeto es de una sección transversal exactamente uniforme: si así fuera, dicha única medida de su perfil sería suficiente. El eje longitudinal es en su lugar un eje que se extiende en la dirección de la longitud del objeto. El método de la presente invención es particularmente adecuado para las medidas en los objetos que no varían de forma rápida en su perfil transversal, tal como se observará en donde el perfil que se deduce es un promedio a través de la distancia entre las líneas sobre la superficie. Es por ejemplo adecuado para las medidas en los mástiles de los yates; o bien en los raíles de un ferrocarril para determinar el perfil del cabezal del raíl, y en este contexto tanto la cámara como las fuentes luminosas se dispondrán para que el eje de visualización se interseccione con el cabezal del raíl desde arriba. Pueden evitarse fácilmente los problemas de la luz solar reflejada, ya que la luz solar reflejada desde el cabezal del raíl solo será vertical hacia arriba desde el cabezal del raíl si el sol está substancialmente arriba, y en este caso la porción visualizada de la superficie estaría típicamente en la sombra de la cámara o en las unidades adyacentes. En consecuencia, puede utilizarse una fuente luminosa menos intensa que la necesaria con el escáner convencional de perfil por láser.

Se observará también que la calibración del escáner de perfiles de la invención es sencilla: por ejemplo, puede conseguirse mediante la fijación de una pieza plana de cartón en distancias conocidas distintas desde la cámara, y en cada distancia observar la separación de las dos líneas en la imagen. Los resultados de estas medidas pueden incorporarse en una tabla de consulta o bien utilizarse en ecuaciones.

La invención se describirá a continuación más en profundidad y en particular, a modo solo de ejemplo, y con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

la figura 1 muestra una vista lateral de un escáner de perfiles por láser de la invención; y

la figura 2 muestra una vista de una modificación en el escáner de la figura 1, en una dirección equivalente a la flecha 2 en la figura 1.

El escáner de perfil óptico 10 se muestra para determinar las variaciones en el perfil del cabezal del raíl 11 de un carril. El escáner 10 incluye una cámara de video 14 dispuesta por encima del cabezal del raíl 11 para visualizar el cabezal del raíl 11, de forma su eje de visualización 15 (mostrado como una línea de trazos) es substancialmente perpendicular al eje longitudinal del raíl 12. El escáner 10 incluye también dos fuentes luminosas de escaneo 16 y 18 (que típicamente serían láseres de escaneo) soportadas en los lados opuestos de la cámara 14, definiendo los respectivos planos de iluminación 16a y 18a. Las fuentes luminosas 16 y 18 están separadas entre si en una dirección paralela al eje longitudinal del raíl 12, y los planos de escaneo 16a y 18a están inclinados respectivamente hacia delante y hacia atrás en aproximadamente 15° con respecto a un plano perpendicular al eje longitudinal. Los planos de iluminación 16a y 18a se cruzan aproximadamente a mitad de camino entre la lente del objetivo de la cámara 14 y el cabezal del raíl 11, de forma que divergen en la proximidad del cabezal del raíl 11. El láser escanea hacia delante y hacia atrás para definir el plano, el cual proporcionaría una línea recta si fuera incidente sobre una superficie plana. La imagen de la cámara 14 se suministra a un ordenador 20 de procesamiento de imágenes. Para las distintas posiciones a través del ancho del raíl 12, el ordenador 20 determina la separación longitudinal de las correspondientes líneas en la imagen. Dicha separación longitudinal depende solo de la distancia de dicha parte del cabezal del raíl 11 desde la cámara 14, de forma que el ordenador 20 pueda por tanto determinar la variación en la altura del cabezal del raíl 11 a través del ancho del raíl 12, es decir su perfil.

Cada punto del perfil reconstruido está dado mediante dos coordenadas, Z e Y. La distancia desde la cámara Z, es la primera coordenada y esta es la distancia medida paralela al eje óptico de la cámara (no radialmente desde la cámara). El proceso de calibración (descrito más adelante) permite que se determine esta distancia para todas las posiciones de la imagen. El valor de Z se obtiene por una medida de la distancia entre sí de las líneas, en una dirección paralela al eje longitudinal X, en una posición en particular en la imagen. La otra coordenada Y representa la distancia alejada lateralmente del eje longitudinal. Una vez que se determina el valor de Z para una posición en particular en la imagen, puede deducirse el valor correspondiente de Y mediante la inversión matemática del proceso de generación de imágenes desde la posición en la imagen (en la cual se midió la separación) para deducir la correspondiente distancia Y desde el eje a la distancia Z. En consecuencia, el perfil puede deducirse a través del ancho del cabezal del raíl 11.

En una modificación, las fuentes luminosas 16 y 18 de escaneado se reemplazan por medios para generar y proyectar un plano luminoso, por ejemplo utilizando ópticas de generación de líneas.

El escáner 10 puede ser calibrado mediante la retención de una superficie plana tal como una tarjeta blanca a distancias distintas alejándose de la cámara 14 (ese decir a varias alturas distintas), de forma que los planos de iluminación 16a y 18a formen líneas rectas sobre la tarjeta, y para cada posición de la tarjeta, determinando la separación de las líneas correspondientes en la imagen. La relación entre la separación de líneas y la distancia se define geométricamente. En caso de debido a las distorsiones ópticas las imágenes de las líneas rectas no sean rectas en sí, entonces la relación de calibración será ligeramente distinta en las distintas posiciones a través del ancho del objeto. En cualquier caso, el proceso de calibración puede utilizarse para generar una tabla de consulta, para establecer la relación actual, por ejemplo, o bien para representar la relación gráficamente, o por los medios de una ecuación (tal como un polinomio).

Se observará que el escáner 10 puede ser modificado en varias formas mientras que permanece dentro del alcance de la presente invención. Se apreciará que en lugar de una cámara de video, el escáner podría incorporar una cámara de cine, en donde el análisis de la imagen subsiguiente podría llevarse a cabo después de que la película se hubiese revelado. Debido a que las fuentes luminosas 16 y 18 están montadas cerca de la cámara 14, el escáner es un instrumento comparativamente compacto, y en realidad las fuentes luminosas 16 y 18 y la cámara 14 podrían encerrarse dentro de una carcasa común 22 (mostrada en líneas de trazos) provista con aberturas o ventanas para la cámara 14 y las fuentes luminosas 16 y 18.

El escáner 10 puede instalarse por debajo de un vehículo de ferrocarril (no mostrado), de forma que fácilmente pueda ser escaneado a lo largo del raíl 10 para monitorizar cualesquiera variaciones en su perfil. En una modificación, tal como se muestra en la figura 2 a la cual se hace ahora referencia, la cámara 14 se configura en un plano generalmente horizontal con las fuentes luminosas 16 y 18 (solo se muestra la última en la figura 2) escaneando por encima y por debajo de dicho plano horizontal, y en donde se dispone de un espejo 24 para asegurar que la cámara 14 pueda ver el cabezal del raíl 11 desde arriba. Esta configuración puede posibilitar que pueda reducirse la altura total del escáner 10, y puede permitir que el escáner pueda montarse en un espacio restringido.

REIVINDICACIONES

1. Un método de determinación de un perfil de una superficie (11) de un objeto (12), teniendo el objeto un eje longitudinal y siendo el perfil perpendicular al eje longitudinal, comprendiendo el método las etapas de la disposición de una cámara (14) para ver una porción de la superficie (11) con sus ejes de visualización (15) substancialmente perpendiculares al eje longitudinal (X) del objeto (12), y la disposición de dos fuentes de haces luminosos (16, 18), para definir los planos de iluminación (16a, 18a), en donde los planos de iluminación se cruzan con la mencionada porción de la superficie, para definir dos líneas sobre la superficie, operando la cámara (14) para producir una imagen de la porción de la superficie, incluyendo las imágenes de las dos líneas, **caracterizado** porque se determina la separación longitudinal de las dos líneas en la imagen en una multiplicidad de posiciones a lo largo de las líneas a través del objeto (12), y determinando (20) a partir de las mismas el perfil de la superficie del objeto (12).

2. Un método según la reivindicación 1, en donde las fuentes de los haces luminosos (16, 18) están dispuestas cerca de la cámara (14) con la cámara situada entre las mismas.

3. Un método según la reivindicación 1 ó reivindicación 2, en donde las fuentes (16, 18) de los haces luminosos y la cámara (14) están suficientemente juntas para que los ángulos entre las líneas rectas desde una posición en la superficie hasta las fuentes de los haces luminosos y hacia la cámara sean inferiores a 40°, y más preferiblemente inferiores a 30°.

4. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los planos (16a, 18a) de iluminación son cada uno paralelos a los ejes de visualización (15) de la cámara (14).

5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde los planos de iluminación (16a, 18a) están inclinados entre sí.

6. Un método según la reivindicación 5, en donde los planos de iluminación (16a, 18a) están dispuestos para cruzarse entre la cámara (14) y la superficie (11).

7. Un escáner de perfiles (10) para determinar el perfil de una superficie de un objeto (12), teniendo el objeto un eje longitudinal (X), y el donde el escáner de perfiles comprende una cámara (14) la cual está dispuesta en operación para visualizar una porción de la superficie (11) con su eje de visualización (15) substancialmente perpendicular al eje longitudinal (X) del objeto (12), y dos fuentes de haces luminosos (16, 18) que están dispuestas para definir unos planos de iluminación (16a, 18a), en donde los planos de iluminación se cruzan con la mencionada porción de la superficie (11), para definir dos líneas sobre la superficie, de forma que en operación la cámara produzca una imagen de la porción de la superficie que incluya las imágenes de las dos líneas, **caracterizado** porque tiene unos medios (20) adaptados para determinar el perfil de la superficie del objeto (12) a partir de la separación de las dos líneas en la imagen en una multiplicidad de posiciones a lo largo de las dos líneas.

8. Un escáner de perfiles según la reivindicación 7, en donde las fuentes (16, 18) de los haces luminosos están dispuestas cerca de la cámara (14), y estando montadas conjuntamente como una unidad (10).

9. Un escáner de perfiles según la reivindicación 8, en donde las fuentes de los haces luminosos (16, 18) y la cámara (14) están encerradas dentro de un armazón común (22).

10. Un escáner de perfiles según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, que incorpora unos medios de reflexión (24) para asegurar que la cámara visualiza el objeto a lo largo de un eje de visualización común.

Fig.1.

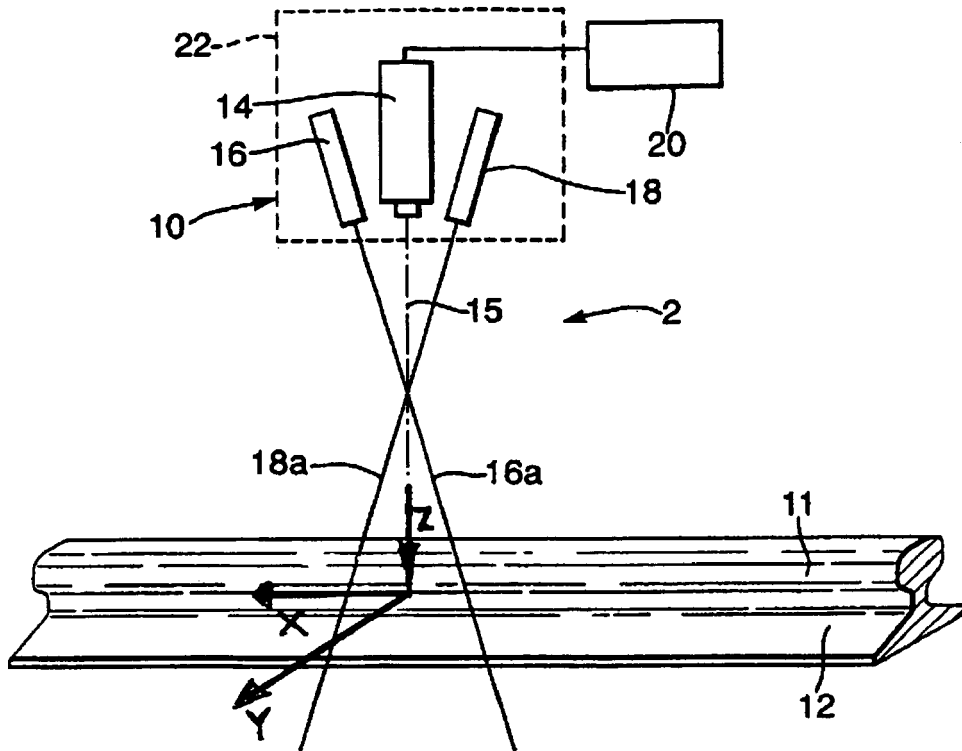


Fig.2.

