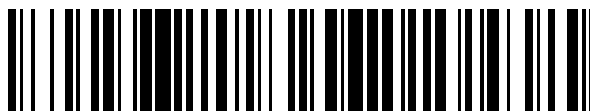


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 499**

51 Int. Cl.:

G06T 5/00 (2006.01)

H04N 13/02 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2013 E 13174967 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018 EP 2821960**

54 Título: **Método para identificación de contaminación en una lente de una cámara estereoscópica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.05.2018

73 Titular/es:
KAPSCH TRAFFICOM AB (100.0%)
Box 1063
551 10 Jönköping, SE

72 Inventor/es:
CRONA, BJÖRN

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 666 499 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 para identificación de contaminación en una lente de una cámara estereoscópica

Campo técnico

5 Esta invención se refiere a un método para identificar contaminación en una lente de una cámara estereoscópica. La invención se refiere además a un método para compensar la contaminación en una lente de dicha cámara estereoscópica. Otro aspecto de la invención es una instalación de vigilancia de carreteras que utiliza un método para identificar contaminación en una lente de una cámara estereoscópica. La invención es particularmente ventajosa en entornos hostiles, tales como en estrecha proximidad de una carretera concurrida.

Antecedentes de la técnica

10 La visión estereoscópica por ordenador usa una cámara estereoscópica, es decir, dos cámaras ligeramente separadas que miran a la misma área, para medir distancias desde la cámara. Dado que las dos cámaras están separadas, ven el área desde diferentes ángulos y, por lo tanto, representan imágenes algo diferentes del área expuesta. Las diferencias entre las imágenes de las dos cámaras se pueden usar para calcular profundidad y distancias. Sin embargo, un sistema estereoscópico para medir distancias es altamente vulnerable a la
15 contaminación en las lentes de las cámaras. Una diferencia entre las imágenes causadas por la suciedad puede ser o bien malinterpretada como una distancia, o bien la distancia puede ser pasada por alto o medida incorrectamente debido a la presencia de contaminación en las lentes. A pesar de esto, los sistemas estereoscópicos algunas veces operan en entornos hostiles donde las lentes de las cámaras están expuestas a la contaminación, por ejemplo, en sistemas al borde de la carretera, dando como resultado sistemas menos funcionales.

20 El documento EP 2 381 416 A1 describe un método de reconstrucción de las partes ópticamente ocluidas de una imagen capturada por una cámara estereoscópica. La idea es usar la redundancia del par de cámaras estéreo para reconstruir las imágenes distorsionadas. El método representa sólo una imagen reconstruida de entre el par de imágenes de la cámara estereoscópica, y, por lo tanto, se pierde la información de profundidad.

25 La referencia US2012/0013708 describe un método para detectar una cobertura de dedo delante de una imagen estereoscópica. Un controlador central incluye un determinador de diferencia, que determina la existencia de una diferencia en base a un estándar de determinación predeterminado comparando los datos de imagen del ojo izquierdo y los datos de imagen del ojo derecho. El documento EP1330132 describe un método para detectar la oclusión de un sensor de imagen en un sistema de sensores de imagen. El documento US2012/0242665 describe un método para adaptación de contraste de imágenes estéreo.

30 De esta manera, hay una necesidad de un método que reduzca los efectos de las desventajas mencionadas anteriormente.

Compendio de la invención

35 Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para identificar contaminación en una lente de una cámara estereoscópica. Este objeto se logra mediante las características de la reivindicación 1. Ventajas adicionales, tales como un método para compensar una imagen para contaminación en una lente y la generación de un mensaje de advertencia a un nivel predeterminado de contaminación, se logra implementando una o varias de las características de las reivindicaciones dependientes.

40 La invención se refiere a un método para identificar contaminación en una lente de una cámara estereoscópica. El método de la invención se refiere a una cámara estereoscópica dispuesta de manera que está predefinida un área de captura de dicha cámara estereoscópica, de manera que las imágenes de dicha cámara estereoscópica tienen la misma área de captura a lo largo del tiempo. Por ejemplo, el área de captura puede ser una sección de carretera en una instalación de peaje de carretera, un cruce de carreteras o un túnel de carretera. La cámara estereoscópica está provista de una primera cámara adaptada para cubrir dicha área de captura proporcionando primeras imágenes de dicha área de captura y con una segunda cámara adaptada para cubrir dicha área de captura proporcionando
45 segundas imágenes de dicha área de captura. La primera y la segunda cámara están ajustadas una con respecto otra, de modo que ambas tienen un plano específico dentro del área de captura a una altura común. Este plano es normalmente el plano de la carretera supervisada. Dichas primeras imágenes se dividen en al menos un área de evaluación y dichas segundas imágenes se dividen en al menos un área de evaluación, en donde el área de evaluación respectiva de dichas primeras y segundas imágenes se sitúan correspondientemente en la imagen
50 respectiva.

El método para identificar contaminación en una lente de la cámara estereoscópica comprende los pasos de:

- formar datos históricos de imágenes para las áreas de evaluación, en donde dichos datos históricos de imágenes comprenden un parámetro de imagen que representa el área de evaluación respectiva a partir de un número predeterminado de primeras y segundas imágenes capturadas previamente,

- comparar dichos datos históricos de imágenes para el área de evaluación de dicha primera imagen con datos históricos de imágenes para el área de evaluación de dicha segunda imagen, e
- indicar que al menos una lente de dicha cámara estereoscópica está contaminada, si se identifica una desviación mayor que un valor umbral entre los datos históricos de imágenes comparados.

5 Para una cámara estereoscópica que tiene una posición fija, el fondo normalmente se ve igual a lo largo del tiempo. Comparando el comportamiento entre una cierta área de evaluación en una primera imagen de la primera cámara y el área de evaluación en la misma posición en la segunda imagen correspondiente de la segunda cámara, se puede identificar si hay suciedad en una de las lentes de las cámaras. La razón para comparar datos históricos de imágenes recopilados a partir de una serie de imágenes capturadas previamente es evitar malinterpretar obstrucciones temporales como insectos que pasan, vehículos que pasan, gotas de lluvia o copos de nieve como contaminación de la lente, por lo cual solamente obstrucciones que han permanecido en o cerca de la lente durante un período predeterminado de tiempo se deberían identificar como contaminación de la lente. El parámetro de imagen comprendido en los datos históricos de imágenes puede ser brillo, un canal de color, contraste o cualquier otro parámetro de imagen adecuado. Con el fin de no confundir las pequeñas variaciones normales entre las primeras y las segundas imágenes como contaminación, dicha desviación entre los datos históricos de imágenes comparados tiene que ser mayor que un valor umbral antes de indicar al menos una lente como contaminada.

La ventaja del método descrito es que la contaminación en una lente de una cámara estereoscópica automáticamente se puede identificar por el sistema estereoscópico por sí mismo. La ventaja se logra a través del uso de los datos históricos de imágenes descritos anteriormente, que permiten que solamente las obstrucciones que han permanecido en o cerca de la lente se identifiquen como contaminación de la lente mientras que se ignoran las obstrucciones temporales.

El método puede comprender además los pasos de:

- identificar un valor mínimo y un valor máximo de dicho parámetro de imagen a partir de dichos datos históricos de imágenes para cada área de evaluación,
- calcular un primer valor de diferencia entre dicho valor mínimo y dicho máximo para cada área de evaluación,
- comparar dicho primer valor de diferencia del área de evaluación de dichas primeras imágenes con dicho primer valor de diferencia del área de evaluación de dichas segundas imágenes, e
- identificar el área de evaluación de dichas primeras o segundas imágenes asociadas con el primer valor de diferencia más bajo como obstruido por contaminación en la lente.

30 Para un área de evaluación contaminada, la extensión de los valores del parámetro de imagen es menor que para un área de evaluación no contaminada. Por lo tanto, calculando la diferencia entre los valores máximo y mínimo del parámetro de imagen de cada área de evaluación y comparando estas diferencias, es posible determinar si es el área de evaluación de la primera imagen o el área de evaluación de la segunda imagen la que está obstruida por contaminación en la lente de la cámara.

35 Cuando una nueva primera y segunda imagen ha sido capturada por dicha cámara estereoscópica, el método puede comprender además los pasos de:

- calcular un valor medio de dicho parámetro de dichos datos históricos de imágenes para las áreas de evaluación respectivas de dichas primeras y segundas imágenes,
- calcular un segundo valor de diferencia entre dichos valores medios,
- añadir dicho segundo valor de diferencia al valor de parámetro del área de evaluación de una imagen tomada recientemente en la que el área de evaluación se identifica como obstruida.

El efecto de estos pasos adicionales es compensar la obstrucción causada por la contaminación en la lente de la cámara. En un caso normal, sin ninguna contaminación en la lente, el valor de parámetro de la imagen debería estar razonablemente de acuerdo para las dos áreas de evaluación correspondientes en las primeras y segundas imágenes. Sin embargo, cuando una de las áreas de evaluación está obstruida por la contaminación en la lente de la cámara, sus valores de parámetro de imagen están distorsionados. El propósito de los pasos anteriores es restaurar el valor de parámetro de imagen distorsionado acercándolo al valor de parámetro de imagen del área de evaluación no obstruida, correspondiente, en la otra imagen. Esto se hace comparando el valor medio del parámetro de imagen entre las primeras y segundas imágenes y compensando el área de evaluación obstruida con esta diferencia. La ventaja de esta compensación es que funciones estereoscópicas tales como mediciones de distancias aún funcionan a pesar de la contaminación de la lente. Por lo tanto, se reduce la necesidad de limpiar las lentes de las cámaras estereoscópicas. El intervalo entre limpiezas se puede extender, al mismo tiempo que se mantienen los resultados de medición fiables hasta la limpieza.

El método también funciona para puntos de contaminación pequeños, totalmente opacos. Dado que las lentes de las cámaras no están enfocadas cuando la primera y la segunda cámaras capturan sus respectivas imágenes, los puntos opacos en las lentes no causarán obstrucciones completamente negras en la imagen, sino más bien obstrucciones que son parcialmente transparentes y de esta manera contienen alguna información acerca del objeto oculto por la obstrucción. Por lo tanto, es posible compensar la contaminación opaca y revelar las partes inicialmente obstruidas de la imagen.

En un ejemplo de la invención, los datos históricos de imagen se representan mediante un valor medio del parámetro de imagen. Sin embargo, los valores de parámetro de imagen individuales, especialmente los valores mínimo y máximo, todavía se mantienen aún en la memoria de la unidad de control electrónico que controla la cámara estereoscópica. El almacenamiento de los valores de parámetro de imagen individuales permite una actualización continua o paso a paso de los datos históricos de imágenes. En otro ejemplo de la invención, los datos históricos de imágenes se representan mediante un histograma del parámetro de imagen. El histograma puede tener o bien una clase separada para cada valor posible de parámetro de imagen, o bien puede tener clases para paquetes de valores de parámetro de imagen. Un histograma con una clase separada para cada valor de parámetro de imagen permite una compensación sofisticada de áreas de evaluación obstruidas. Los histogramas con clases para paquetes de valores de parámetros de imagen permiten un menor grado de compensación sofisticada, pero requieren menos potencia computacional y memoria de almacenamiento.

Si se usa un histograma para representar los datos históricos de imágenes, se puede definir un valor normal como el valor de parámetro de imagen más frecuente para el área de evaluación de las respectivas primeras y segundas imágenes, y el método puede comprender además el paso de ajustar el histograma del área de evaluación identificada como obstruida de manera que su forma y posición correspondan al histograma de su área de evaluación correspondiente en la otra imagen. El valor normal, que se define como el valor de parámetro de imagen más frecuente, corresponde al pico más alto en el histograma. En un caso normal, sin ninguna contaminación en la lente, los histogramas de parámetros de imagen deberían corresponder sustancialmente a dos áreas de evaluación correspondientes en las primeras y segundas imágenes. El ajuste del histograma del área de evaluación obstruida en cuanto a asemejarse al área de evaluación no obstruida correspondiente compensa la dispersión causada por la obstrucción. Lo importante en el ajuste del histograma del área de evaluación obstruida es llevar su pico más alto a la misma posición que en el histograma del área de evaluación no obstruida. Esto se puede hacer calculando un tercer valor de diferencia entre los valores normales de las áreas de evaluación no obstruida y la obstruida. El tercer valor de diferencia se añade entonces a todos los valores de parámetro de imagen en los datos históricos de imágenes del área de evaluación obstruida, dando como resultado que su histograma entero se mueva de modo que su pico más alto se lleva a la misma posición que el pico más alto en el histograma del área de evaluación no obstruida. Dicho tercer valor de diferencia también se puede añadir al valor de parámetro de imagen del área de evaluación obstruida de una imagen capturada recientemente, con el fin de compensar la obstrucción.

El propósito de ajustar un histograma obstruido es definir un valor ajustado para cada valor de parámetro de imagen comprendido en el histograma. El ajuste se usa entonces en cada exposición para compensar el valor de parámetro de imagen del área de evaluación obstruida. Preferiblemente, el ajuste del histograma de un área de evaluación obstruida se actualiza a intervalos regulares.

El histograma de un área de evaluación obstruida normalmente está más apretado, es decir, los datos históricos de imágenes comprenden un intervalo más estrecho de valores de parámetro de imagen, que el histograma de un área de evaluación no obstruida. Otra forma de ajustar el histograma obstruido es, de esta manera, estirando la curva al tiempo que se asegura que su pico más alto termina en la misma posición que el pico más alto del histograma no obstruido. Esto se puede hacer por ejemplo usando el algoritmo siguiente:

$$f(x) = C(1-(x-A)/(B-A)) + D((x-A)/(B-A)).$$

Aquí, x es el valor de parámetro de imagen del área de evaluación obstruida, A denota el valor mínimo en el histograma obstruido y B es el valor de parámetro de imagen del pico más alto en el histograma obstruido. C es el valor mínimo en el histograma no obstruido y D es el valor de parámetro de imagen del pico más alto en el histograma no obstruido. Sin embargo, si x es mayor que el valor de parámetro de imagen del pico más alto en el histograma obstruido, entonces A es el valor de parámetro de imagen del pico más alto en el histograma obstruido, B es el valor máximo en el histograma obstruido, C es el parámetro de imagen del pico más alto en el histograma no obstruido, y D es el valor máximo en el histograma no obstruido.

El parámetro de imagen usado en la identificación de la contaminación de la lente se selecciona entre los siguientes parámetros: brillo, canal de color, contraste o cualquier otro parámetro de imagen.

Las primeras y las segundas imágenes se pueden dividir en una pluralidad de áreas de evaluación correspondientes. Dividir las imágenes en una pluralidad de áreas de evaluación correspondientes aumenta la resolución del método. Normalmente, las lentes de las cámaras en un sistema al borde de una carretera se contaminan de manera desigual, por ejemplo, por pequeñas salpicaduras de suciedad. Una pequeña salpicadura de suciedad en la lente no afecta a la imagen entera, sino solamente al área pequeña de la imagen formada por la luz que ha pasado a través de la parte sucia de la lente. Dividiendo las imágenes en una pluralidad de áreas de

evaluación, es posible identificar, por lo tanto, pequeñas salpicaduras de suciedad y adaptar la compensación de las diferentes partes de la imagen en base a si se originan a partir de una parte sucia o una limpia de la lente.

Cada área de evaluación se puede definir como un píxel individual, un paquete de píxeles o cualquier combinación de varios píxeles en la primera y segunda imagen respectiva. Un píxel individual es el elemento más pequeño en una imagen digital. El uso de píxeles individuales como áreas de evaluación da, de esta manera, la mejor resolución y precisión del método - la contaminación se puede identificar y compensar a nivel de píxel individual. Las áreas de evaluación compuestas de paquetes o combinaciones de varios píxeles reducen la necesidad de capacidad de procesamiento y espacio de almacenamiento, pero representan menos resolución y precisión en el proceso de identificación y compensación de contaminación de la lente. El agrupamiento o las combinaciones de píxeles tienen que ser hechas de la misma forma tanto en las primeras como en las segundas imágenes, de manera que cada área de evaluación tenga su contrapartida en la otra imagen. Una alternativa adicional es calcular y usar subpíxeles, es decir, áreas incluso más pequeñas que los píxeles individuales, como áreas de evaluación.

Los datos históricos de imágenes se pueden recopilar a partir de un número predeterminado de imágenes capturadas previamente, preferiblemente en el intervalo de 100 a 5.000 imágenes. Recopilar los datos históricos de imágenes de un gran número de imágenes capturadas previamente elimina el riesgo de identificar objetos que pasan, por ejemplo, un vehículo que pasa, un insecto volador o una gota de agua que cae, como contaminación de la lente. Aún así, el número de imágenes previas de las que se recopilan datos históricos de imágenes también debe ser limitado, dado que un número demasiado grande requeriría una cantidad excesiva de memoria para almacenar los datos históricos y una cantidad excesiva de potencia de cálculo para realizar operaciones sobre los datos históricos de imágenes.

Los datos históricos de imágenes se pueden actualizar continuamente. Actualizando continuamente los datos históricos de imágenes, se adapta a las condiciones ambientales predominantes. Por ejemplo, una salpicadura de suciedad en la lente puede afectar a la imagen de manera diferente en la brillante luz solar del mediodía que en la débil luz del anochecer en un día nublado. Por lo tanto, la adaptación de los datos históricos de imágenes a las condiciones predominantes da como resultado una compensación mejorada de la contaminación de la lente.

Los datos históricos de imágenes se pueden actualizar a intervalos de tiempo predeterminados sustituyendo el valor de parámetro de imagen de la imagen más antigua capturada previamente por el valor de parámetro de imagen correspondiente de una imagen capturada recientemente. De esta forma, los datos históricos de imagen se actualizan sucesivamente. Por ejemplo, si se recopilan a partir de 1.000 imágenes previas y se actualizan cada segundo, los datos históricos de imágenes reflejan los 1.000 segundos pasados, es decir, aproximadamente 17 minutos. La actualización de un valor de los datos históricos de imágenes alrededor de una vez por segundo proporciona un buen equilibrio entre reflejar una buena cantidad de tiempo en los datos históricos de imágenes al tiempo que se limita la cantidad de datos. La actualización de los datos históricos de imágenes a intervalos de tiempo sustancialmente más cortos que un segundo aumenta la influencia no deseada de objetos temporales tales como vehículos que pasan. Sin embargo, si dichos intervalos de tiempo son sustancialmente más largos que un segundo, el proceso de actualización llega a ser demasiado lento para reflejar correctamente los movimientos de las sombras proyectadas por objetos estacionarios. En combinación con la recopilación de datos históricos de imágenes a partir de un gran número de imágenes previas, los intervalos de tiempo largos también dan como resultado que lleva mucho tiempo antes de que se descubran nuevas contaminaciones. Depende de la persona experta seleccionar el número de imágenes capturadas previamente a partir de las cuales se recopilan datos históricos de imágenes y la tasa de actualización en base al entorno de trabajo de la cámara estereoscópica, por ejemplo, la situación del tráfico, la velocidad del vehículo y el tiempo.

El método descrito puede comprender además el paso de generar un mensaje de advertencia cuando se identifica que al menos una lente de dicha cámara estereoscópica ha alcanzado un nivel predeterminado de contaminación. El nivel predeterminado de contaminación puede ser, por ejemplo, un porcentaje específico del número total de áreas de evaluación en las imágenes de la cámara que se definen como obstruidas por contaminación en la lente, o un cierto número de áreas de evaluación vecinas que se definen como obstruidas por contaminación en la lente. El nivel predeterminado de contaminación también puede incluir un grado de obstrucción del área de evaluación. El grado de obstrucción se indica por la desviación entre los primeros valores de diferencia de dos áreas de evaluación correspondientes en las primeras y segundas imágenes - cuanto mayor es la desviación, mayor es el grado de obstrucción. Si el grado de obstrucción es bajo, entonces se puede permitir que un mayor número de áreas de evaluación sean definidas como obstruidas por la contaminación antes de que se genere un mensaje de advertencia. Los mensajes de advertencia generados automáticamente reducen la necesidad de inspección manual de las lentes de la cámara, por lo cual se ahorra tiempo así como dinero. Los mensajes de advertencia generados automáticamente también reducen el riesgo de depender inconscientemente de mediciones de distancia de una cámara estereoscópica que está demasiado sucia con el fin de funcionar correctamente.

La descripción también se refiere a una instalación de vigilancia del tráfico provista con una cámara estereoscópica y una unidad de control electrónico, en donde la identificación de la contaminación en una lente de la cámara estereoscópica se lleva a cabo según el método descrito anteriormente. El método inventivo está adaptado para ser integrado en o complementario a la unidad de control electrónico que conduce otro procesamiento de imagen apropiado de las imágenes de la cámara estereoscópica. La instalación de vigilancia del tráfico puede ser, por

ejemplo, una instalación de peaje de carretera, vigilancia de un túnel o un sistema de cumplimiento de la ley. Las instalaciones de vigilancia de tráfico son sistemas al borde de la carretera y, por lo tanto, altamente expuestas a la contaminación, tal como salpicaduras de agua sucia o partículas de polvo y granos, del tráfico que pasa. El uso del método anterior para la identificación de la contaminación en las lentes de la cámara estereoscópica reduce la necesidad de limpiar y/o inspeccionar manualmente las lentes de la cámara al tiempo que también se logran mediciones de distancia mejoradas a partir de las imágenes estereoscópicas.

Breve descripción de los dibujos

En la descripción detallada de la invención dada a continuación, se hace referencia a las siguientes figuras esquemáticas, en las que:

- 10 La Figura 1 muestra una vista general esquemática de la configuración de una cámara estereoscópica,
 Las Figuras 2a-b muestran una primera y una segunda imagen divididas en áreas de evaluación,
 La Figura 3a muestra un histograma de brillo de un área de evaluación limpia,
 La Figura 3b muestra un histograma de brillo de un área de evaluación obstruida,
 La Figura 3c muestra un histograma de brillo de un área de evaluación obstruida compensada a través de desplazamiento, y
 15 La Figura 3d muestra un histograma de brillo de un área de evaluación obstruida compensada a través de estiramiento.

Descripción detallada

20 Diversos aspectos de la invención se describirán en lo sucesivo en conjunto con los dibujos adjuntos para ilustrar, pero no para limitar, la invención. En los dibujos, se muestra y se describe una realización de la invención, simplemente a modo de ilustración de un modo de llevar a cabo la invención. En los dibujos, designaciones similares denotan elementos similares. Las variaciones de los diferentes aspectos no están restringidas a la realización mostrada específicamente, sino que son aplicables a otras variaciones de la invención.

25 La Figura 1 muestra una vista general esquemática de un ejemplo de una configuración de una cámara 100 estereoscópica junto a una carretera. La cámara estereoscópica, por ejemplo, puede ser parte de un sistema de vigilancia de tráfico, tal como una instalación de peaje de carretera o un sistema de cumplimiento de la ley. La cámara 100 estereoscópica comprende dos cámaras, una primera cámara 110 y una segunda cámara 120 que en este ejemplo están colocadas una junto a la otra de manera que sus respectivas lentes 115a, 115b están ligeramente separadas. En otros ejemplos de la invención, las cámaras 110, 120 y de esta manera sus lentes 115a, 115b podrían estar significativamente separadas. Tanto la primera cámara 110 como la segunda cámara 120 cubren la misma área 101 de captura. Dado que las dos cámaras 110, 120 están separadas, ven el área 101 de captura desde ángulos ligeramente diferentes y por lo tanto representan imágenes algo diferentes del área 101 de captura. Una unidad 130 de control electrónico controla la cámara 100 estereoscópica y está provista con medios de procesamiento de imágenes que le permiten analizar las imágenes capturadas. Las diferencias entre las primeras imágenes 210 de la primera cámara y las segundas imágenes 220 de la segunda cámara 120 se pueden usar para calcular distancias. Sin embargo, las mediciones de distancia son muy vulnerables a la contaminación en las lentes 115 de la cámara. Una diferencia entre las imágenes 210, 220 causada por la suciedad se puede malinterpretar como una distancia, o una distancia se puede pasar por alto o medir incorrectamente debido a la presencia de contaminación en el lentes 115. Con el fin de evitar tales problemas, la invención describe un método para identificar automáticamente la contaminación en una lente 115 así como compensar la contaminación de manera que las distancias calculadas a partir de las primeras y las segundas imágenes 210, 220 aún sean fiables incluso cuando una lente 115 está contaminada.

35 La Figura 2a muestra un ejemplo esquemático de una primera imagen 210 de la primera cámara 110 y la Figura 2b muestra una segunda imagen 220 de la segunda cámara 120. La primera y segunda imágenes 210, 220 muestran la misma escena, en este ejemplo una carretera, pero la segunda imagen 220 tiene una obstrucción 221 causada por contaminación en la lente 115 de la segunda cámara 120. La primera y la segunda imágenes 110, 120 están divididas en un número igual de áreas 230 de evaluación, de manera que cada área 230 de evaluación en la primera imagen 110 tiene un área 230 de evaluación correspondiente en la segunda imagen 120. En este ejemplo, hay dieciséis áreas 230 de evaluación en cada imagen, pero preferiblemente cada píxel debería formar un área 230 de evaluación individual con el fin de lograr una alta resolución en la identificación de y la compensación de contaminación en la lente 115. Sin embargo, para reducir la necesidad de capacidad de procesamiento y espacio de almacenamiento, también se podrían agrupar varios píxeles para formar un área 230 de evaluación más grande. Sin embargo, la agrupación tiene que ser hecha de la misma forma tanto en la primera como en la segunda imágenes 110, 120 de manera que cada área 230 de evaluación tenga su contrapartida exacta en la otra imagen.

La Figura 3a muestra un ejemplo esquemático de un histograma 310 de datos históricos de imágenes para un área de evaluación limpia, es decir, un área de evaluación que representa una parte de imagen que se ha capturado a través de una parte no contaminada de la lente. A partir de aquí, el término área de evaluación limpia se referirá a un área de evaluación que no está obstruida por la contaminación de la lente como se ha explicado anteriormente. En este ejemplo, la imagen es una imagen en escala de grises y el parámetro comprendido en los datos históricos de imágenes es el brillo B. Los datos históricos de imágenes se recopilan a partir de un número predefinido de imágenes capturadas previamente, preferiblemente del orden de miles de imágenes. El histograma 310 representa la frecuencia f de diferentes valores de brillo B como una función del brillo B. En este contexto, la frecuencia f se debería interpretar como el número de apariciones de un valor de brillo en los datos históricos de imágenes. La curva tiene un valor mínimo Bmin1 y un valor máximo Bmax1 cercanos a los puntos extremos del intervalo de valores posibles de brillo. Un intervalo habitual de valores de brillo es de 0 a 255, donde 0 no representa ningún brillo en absoluto, es decir, negro, y 255 representa el brillo total, es decir, blanco. Los valores entre 0 y 255 representan diferentes tonos de gris. El histograma 310 tiene un pico distintivo en un valor normal n0. Este valor normal se define como el valor de brillo B que se ocurre más frecuentemente en los datos históricos de imágenes. Por lo tanto, n0 es el valor de brillo "verdadero" más probable para el área de evaluación.

La Figura 3b muestra un ejemplo esquemático de un histograma 320 de datos históricos de imágenes para un área de evaluación obstruida correspondiente al área de evaluación limpia de la figura 3a. El área de evaluación que está obstruida significa que el área de evaluación representa una parte de imagen que se ha capturado a través de una parte contaminada de la lente. A partir de aquí, el término área de evaluación obstruida se referirá a un área de evaluación que está obstruida por la contaminación de la lente como se ha explicado anteriormente. Como en la figura previa, el parámetro de imagen es el brillo B y el eje f representan la frecuencia de aparición. Sin embargo, el brillo de la imagen capturada se distorsiona por la presencia de contaminación de la lente. Esto se puede ver comparando los histogramas 320 del área de evaluación obstruida con el histograma 310 de su área de evaluación limpia correspondiente. El histograma 320 obstruido tiene una extensión más corta entre su valor mínimo Bmin2 y el valor máximo Bmax2 y su valor normal nc está desplazado hacia valores de brillo menor en comparación con el histograma 310 que representa un área de evaluación limpia correspondiente. El histograma 320 que está apretado y el pico distintivo que se desplaza hacia valores de brillo menor son características típicas de un área de evaluación obstruida que emana a partir de una parte de lente contaminada. Sin embargo, en circunstancias excepcionales, es decir, para tipos específicos de contaminaciones en combinación con ciertas condiciones de luz, el pico distintivo y, por lo tanto, el valor normal nc se pueden desplazar en su lugar hacia valores de brillo más alto debido a la distorsión. Pero la extensión entre los valores mínimo y máximo Bmin2, Bmax2 siempre es más corta para un área de evaluación contaminada en comparación con un área de evaluación limpia correspondiente. Si hay una desviación entre los datos históricos de imágenes para dos áreas de evaluación correspondientes, es decir, una en la primera imagen y la otra en la segunda imagen, se puede concluir que una lente de la cámara estereoscópica está contaminada. Con el fin de determinar si la contaminación está en la lente 115a de la primera cámara 110 o en la lente 115b de la segunda cámara 120, se compara la extensión de los valores de brillo. El área de evaluación con la extensión más corta entre su valor de brillo mínimo y su valor de brillo máximo está contaminada.

La Figura 3c muestra un histograma 330 de brillo de un área de evaluación obstruida compensada a través de desplazamiento. Con el fin de restaurar el brillo distorsionado de un área de evaluación obstruida, su histograma 320 se puede ajustar para asemejarse más estrechamente al histograma 310 del área de evaluación limpia. Un posible ajuste es traer el pico distintivo a la misma posición, es decir, al valor de brillo n0. Esto se hace calculando la diferencia entre el valor normal n0 limpio y el valor normal nc contaminado. Esta diferencia se añade a todos los valores de brillo en los datos históricos de imágenes del área de evaluación obstruida, dando como resultado que su histograma 320 se desplace una distancia n0 - nc. El pico distintivo del histograma 330 desplazado coincide con el valor normal n0 del histograma 310 que pertenece al área de evaluación limpia correspondiente. Sin embargo, la extensión entre el valor máximo Bmax3 y el valor mínimo Bmin3 del histograma 330 compensado se compara sin cambios con el histograma 320 no compensado, y los valores máximo y mínimo Bmax3, Bmin3, por lo tanto, no coinciden con los valores máximo y mínimo Bmax1, Bmin1 del histograma 310 limpio.

La Figura 3d muestra un histograma 340 de brillo de un área de evaluación obstruida compensada a través de estiramiento. Aquí, el histograma 320 obstruido se ha estirado de manera que sus nuevos valores máximo y mínimo Bmax4, Bmin4 coinciden con los valores máximo y mínimo Bmax1, Bmin1 del histograma 310 no obstruido, al tiempo que se asegura que el pico distintivo termine en la misma posición n0 que el pico distintivo del histograma 310 no obstruido. Esto se puede lograr por ejemplo a través del algoritmo siguiente:

Para valores de brillo B obstruidos menores o iguales que nc,

$$f(B) = Bmin1(1-(B-Bmin2)/(nc-Bmin2)) + n0((B-Bmin2)/(nc-Bmin2)),$$

y para valores de brillo B obstruidos mayores que nc,

$$f(B) = n0(1-(B-nc)/(Bmax2-nc)) + Bmax1((B-nc)/(Bmax2-nc)).$$

Este es el mismo algoritmo que se ha descrito en el compendio, pero adaptado a las denotaciones de las figuras 3a-d.

Estirar el histograma, en lugar de sólo desplazarlo, da como resultado una mejor compensación del intervalo inferior de los valores de parámetro de imagen.

5 La invención es capaz de modificación en varios aspectos obvios, todos sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, los dibujos y la descripción de los mismos han de ser considerados como ilustrativos en su naturaleza, y no restrictivos.

Los signos de referencia mencionados en las reivindicaciones no deberían ser vistos como limitantes de la extensión de la materia protegida por las reivindicaciones, y su única función es hacer las reivindicaciones más fáciles de entender.

REIVINDICACIONES

1. Un método para identificar contaminación en una lente (115) de una cámara (100) estereoscópica, en donde dicha cámara (100) estereoscópica;

- 5 • está dispuesta de manera, que un área de captura de dicha cámara estereoscópica está predefinida de manera, que una pluralidad de imágenes de dicha cámara (100) estereoscópica tienen la misma área (101) de captura a lo largo del tiempo,
- está provista con una primera cámara (110) adaptada para cubrir dicha área (101) de captura proporcionando primeras imágenes (210) de dicha área (101) de captura, y
- 10 • está provista con una segunda cámara (120) adaptada para cubrir dicha área (101) de captura proporcionando segundas imágenes (220) de dicha área (101) de captura, en donde

dichas primeras imágenes (210) están divididas en al menos un área (230) de evaluación y dichas segundas imágenes (220) están divididas en al menos un área (230) de evaluación, en donde el área (230) de evaluación respectiva de dichas primeras y dichas segundas imágenes (210, 220) están situadas correspondientemente en la imagen (210, 220) respectiva, en donde dicho método comprende los pasos de;

- 15 • formar datos históricos de imágenes para dichas áreas (230) de evaluación, en donde dichos datos históricos de imágenes comprenden un parámetro de imagen que representa el área (230) de evaluación respectiva a partir de una pluralidad predeterminada respectiva de primeras y segundas imágenes (210, 220) capturadas previamente,
- comparar dichos datos históricos de imágenes para el área (230) de evaluación de dicha pluralidad de primeras imágenes (210) capturadas previamente con datos históricos de imágenes para el área (230) de evaluación de dicha pluralidad de segundas imágenes (220) capturadas previamente, e
- 20 • indicar que al menos una lente (115) de dicha cámara (100) estereoscópica está contaminada, si se identifica una desviación mayor que un valor umbral entre los datos históricos de imágenes comparados;
- identificar un valor mínimo (Bmin1, Bmin2) y un valor máximo (Bmax1, Bmax2) de dicho parámetro de imagen a partir de dichos datos históricos de imágenes para cada área (230) de evaluación,
- 25 • calcular un primer valor de diferencia entre dicho valor mínimo y dicho máximo (Bmin1, Bmin2; Bmax1, Bmax2) para cada área (230) de evaluación,
- comparar dicho primer valor de diferencia del área (230) de evaluación de dichas primeras imágenes (210) con dicho primer valor de diferencia del área (230) de evaluación de dichas segundas imágenes (220), e
- 30 • identificar el área (230) de evaluación de dichas primeras o segundas imágenes (210, 220) asociadas con el primer valor de diferencia más bajo como obstruida por la contaminación en la lente (115);

en donde cuando una nueva primera y segunda imagen (210, 220) ha sido capturada por dicha cámara (100) estereoscópica, el método comprende además los pasos de:

- calcular un valor medio de dicho parámetro de dichos datos históricos de imágenes para las áreas (230) de evaluación respectiva de dichas primeras y segundas imágenes (210, 220),
- 35 • calcular un segundo valor de diferencia entre dichos valores medios,
- añadir dicho segundo valor de diferencia al valor de parámetro del área (230) de evaluación de una imagen tomada recientemente en la que el área de evaluación se identifica como obstruida.

2. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dichos datos históricos de imágenes se representan mediante un valor medio de dicho parámetro.

40 3. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en donde dichos datos históricos de imagen se representan mediante un histograma (310, 320) de dicho parámetro.

4. Un método según la reivindicación 3, en donde el histograma (310, 320) tiene una clase separada para cada valor posible de dicho parámetro, o el histograma tiene clases para paquetes de valores de dicho parámetro.

45 5. Un método según la reivindicación 3 o 4, en donde un valor normal (n0, nc) se define como el valor de parámetro de imagen más frecuente para el área de evaluación de las primeras y segundas imágenes (210, 220) respectivas, en donde el método comprende además el paso de;

- ajustar el histograma (320) del área (230) de evaluación identificada como obstruida de manera, que su forma y posición corresponda al histograma (310) de su área (230) de evaluación correspondiente.

6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho parámetro se selecciona entre los siguientes parámetros; brillo, canal de color, contraste o cualquier otro parámetro de imagen.
7. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dichas primeras y segundas imágenes (210, 220) se dividen en una pluralidad de áreas (230) de evaluación correspondientes.
- 5 8. Un método según la reivindicación 7, en donde cada área (230) de evaluación se define como un píxel individual en la primera y segunda imagen (210, 220) respectivas.
9. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los datos históricos de imágenes se actualizan continuamente.
- 10 10. Un método según la reivindicación 9, en donde los datos históricos de imágenes se actualizan a intervalos de tiempo predeterminados sustituyendo el valor de parámetro de imagen de la imagen (210, 220) capturada previamente más antigua por el valor de parámetro de imagen correspondiente de una imagen (210, 220) capturada recientemente.
- 15 11. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el método comprende además el paso de generar un mensaje de advertencia cuando se identifica que al menos una lente (115) de dicha cámara (100) estereoscópica ha alcanzado un nivel predeterminado de contaminación.
12. Una instalación de vigilancia de tráfico provista con una cámara (100) estereoscópica y una unidad (130) de control electrónico prevista para controlar dicha cámara (100) estereoscópica, caracterizada por que la identificación de la contaminación en una lente (115) de la cámara (100) estereoscópica se lleva a cabo según el método según cualquiera de las reivindicaciones 1-11.

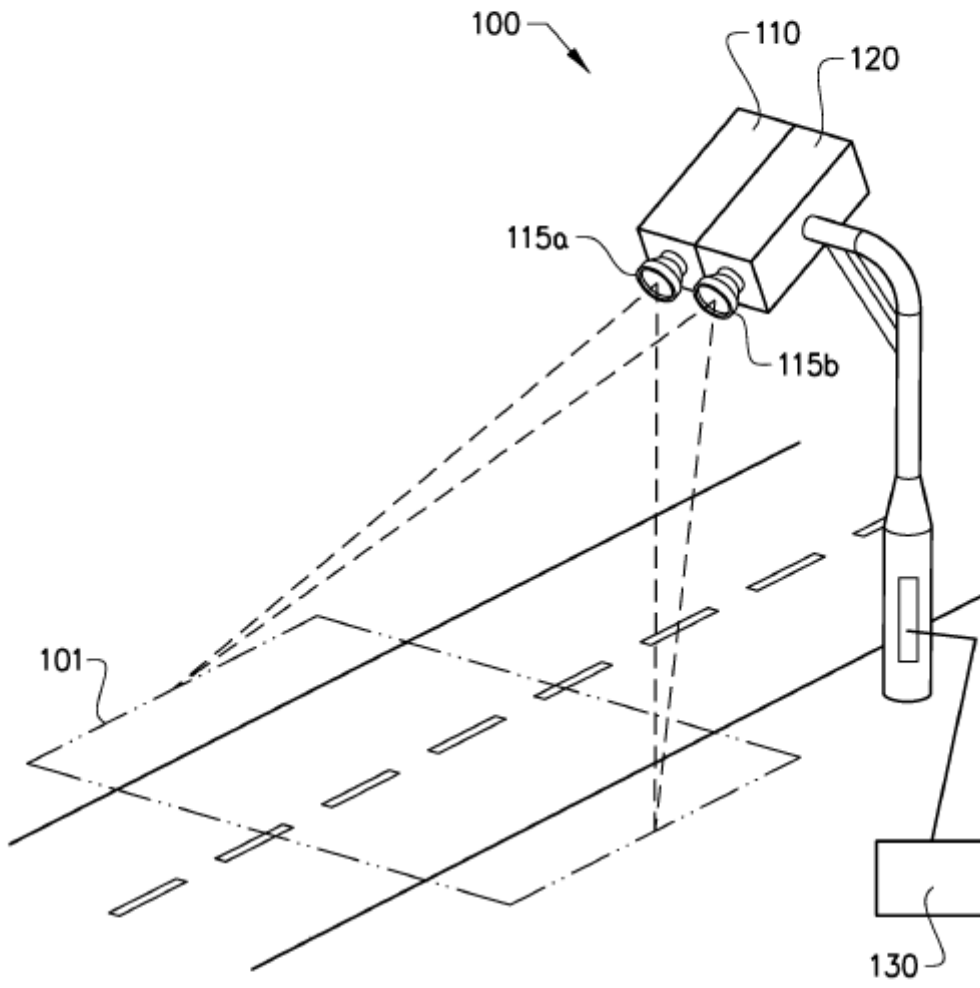


FIG. 1

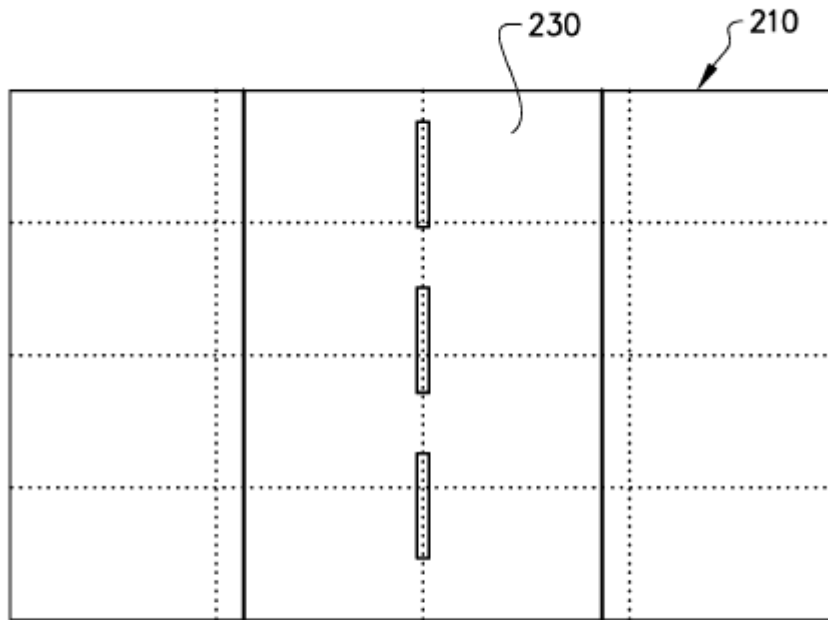


FIG. 2a

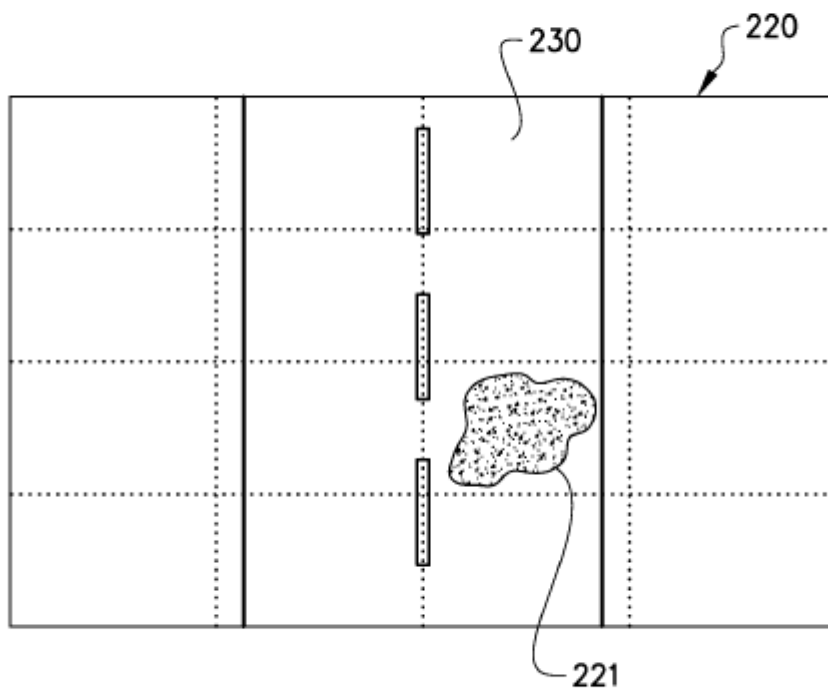


FIG. 2b

