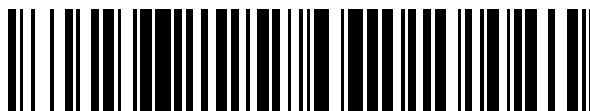


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 929**

51 Int. Cl.:

G06K 9/46 (2006.01)
G06T 5/20 (2006.01)
G06T 7/50 (2007.01)
G06T 7/529 (2007.01)
G06T 7/136 (2007.01)
G06T 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.06.2014 PCT/JP2014/003131**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2015 WO15189874**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2014 E 14894614 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 3156968**

54 Título: **Dispositivo de eliminación de neblina y método de generación de imágenes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.10.2019

73 Titular/es:
**EIZO CORPORATION (100.0%)
153 Shimokashiwano-machi, Hakusan-shi
Ishikawa 924-8566, JP**

72 Inventor/es:
NAKAMAE, TAKASHI

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 727 929 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

Dispositivo de eliminación de neblina y método de generación de imágenes

Antecedentes de la invención

1. Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de eliminación de niebla, y en particular se refiere a una amplia gama de técnicas de eliminación de niebla.

2. Técnica relacionada

10 La publicación de la solicitud de patente japonesa número 2012 -168936 describe una técnica de eliminación de niebla basada en un modelo atmosférico (véase la sección de TÉCNICA RELACIONADA). Un modelo atmosférico es un principio óptico que se utiliza cuando una imagen de un objeto es capturada por un aparato de captura de imágenes o se observa un objeto a simple vista cuando están presentes partículas transportadas por aire en una atmósfera. Se expresa un modelo atmosférico con la Ecuación (1).

$$I(x)=J(x)t(x)+A(1-t(x)) \dots \text{Ecuación (1)}$$

15 I indica una imagen de observación (imagen que incluye niebla), J indica una imagen procesada (imagen que no incluye niebla), t indica la densidad de niebla, x indica la coordenada de un pixel objetivo y A indica la luminosidad.

Una imagen I(x) observada por un aparato de captura de imágenes está configurada con: una porción J(x)t(x) que incluye la luz reflejada J(x) de un objeto que permanece incluso después de ser dispersado por las partículas en suspensión en el aire; y la luz atmosférica A(1-t(x)) que ha resultado de la luz solar habiendo sido dispersada por las partículas en suspensión en el aire.

20 La Figura 10 de la publicación de la solicitud de patente japonesa mencionada anteriormente proporciona una explicación utilizando una imagen que tiene valores respectivos de I(x), J(x), A y t(x).

Obteniendo la densidad de niebla t y la luminosidad A con la Ecuación (1), la imagen procesada J puede ser obtenida a partir de la imagen de observación I.

25 Kaining He *et. al*, propone una nueva técnica de eliminación de niebla en su artículo "Single Image Haze Removal Using Dark Channel Prior" en la conferencia del IEEE sobre Visión por Computador y Reconocimiento de Patrones del 2009.

30 Para explicarlo de manera simple, suponiendo en el modelo atmosférico que el valor mínimo de los valores de pixel de cada pixel y los píxeles circundantes de los mismos cuyo valor mínimo se obtiene con la Ecuación (2) (canal oscuro previo, en lo sucesivo denominado DCP, por sus siglas en inglés), representa la densidad de niebla, el grado de eliminación de niebla se cambia de acuerdo con el valor del DCP.

[Ecuación 1]

$$DCP(x) = \min_{c \in r, g, b} \left(\min_{y \in \Omega(x)} (I^c(y)) \right)$$

35 Esto proporciona el valor del DCP de aproximadamente 0 debido a que una imagen natural general que no incluye niebla tiene una sombra o una porción con una elevada saturación alrededor de cualquier pixel. Por otra parte, en una imagen que incluye niebla, la luminancia se eleva debido a la niebla, y esto aumenta el valor del DCP. Por consiguiente, la eliminación de niebla es posible mediante un proceso que hace que el valor del DCP sea 0.

Sin embargo, el enfoque de eliminación de niebla antes mencionado tiene las siguientes desventajas. Una imagen densamente nebulosa tiene pocos componentes de color, y ninguna ondulación. En dicha imagen, el valor del DCP y una imagen de entrada se acercan, y se realiza un proceso para hacer que el valor 0 del DCP resulte en una imagen procesada muy oscura.

40 Por el contrario, el establecimiento de parámetros bajos para evitar que una imagen se oscurezca disminuye el efecto de eliminación de niebla, y presenta la desventaja de no poder aclarar la imagen.

Renjie He *et al.*: "Single Image Dehazing with White Balance Correction and Image Decomposition", *Digital Image Computing Techniques and Applications (DICTA)*, 2012, Conferencia internacional del IEEE, 3 de diciembre de 2012, páginas 1 a 7, DOI: 10.1109/DICTA.2012.6411690, describe que la eliminación de la niebla de una sola imagen ha sido un problema desafiante debido a su naturaleza mal condicionada. Mientras que la mayoría de los algoritmos de eliminación de niebla basados en una sola imagen existentes abordan este problema introduciendo ciertas suposiciones y antecedentes en el modelo de formación de imágenes de neblina, el proceso de obtención de imágenes de los dispositivos de obtención de imágenes rara vez se ha tenido en cuenta, como el balance de blancos y la medición. En general, las fotos del usuario se toman con AWB (Balance de blancos automático). Por lo tanto, la temperatura del color en un escenario de niebla puede no detectarse correctamente, lo que da como resultado una distorsión del color; y la escena entera parece más brillante, lo que conduce a una subexposición durante el proceso de obtención de imágenes. En este documento, se propone tratar estas dos cuestiones aplicando la corrección del balance de blancos y descomponiendo una imagen en imágenes de dos componentes, imagen de luminosidad reflejada e imagen de iluminación ambiental. Se propone un nuevo algoritmo basado en un canal oscuro previo para eliminar la neblina de la imagen de luminosidad reflejada y se calcula el ajuste de la exposición a partir de la imagen de iluminación ambiental. Finalmente, se produce una imagen de alta calidad libre de neblina refinando el brillo de la imagen con neblina anterior con el ajuste de exposición estimado.

Sudharsan Parthasarathy *et al.*: "A RETINEX based haze removal method", *Industrial and Information Systems (ICIIS)*, 2012, 7ª Conferencia internacional del IEEE, 6 de agosto de 2012, páginas 1 a la 6, DOI: 10.1109/ICIInfS.2012.6304767 describe que uno de los problemas más interesantes en el procesamiento de imágenes y la visión mediante ordenador es la eliminación de niebla, neblina y lluvia de las imágenes. En este documento se considera el problema de la eliminación de neblina. Uno de los últimos algoritmos de eliminación de neblina utiliza un enfoque basado en el canal oscuro previo para la eliminación de la neblina. Aunque este enfoque da muy buenos resultados, este método es complejo desde el punto de vista informático. En este documento se propone un enfoque basado en RETINEX que proporciona buenos resultados y también es más sencillo a nivel informático.

Bin-Na Yu *et al.*: "Visibility Enhancement Based Real -- Time Retinex for Diverse Environments", *Signal Image Technology and Internet Based Systems (SITIS)*, 2012, octava Conferencia internacional del IEEE 25 de noviembre de 2012, páginas 72 a 79, DOI: 10.1109/SITIS.2012.22 propone una estructura modificada del algoritmo Retinex para un método de mejora de imágenes. El algoritmo propuesto funciona de manera robusta y estable en diversos ambientes, particularmente con el mal tiempo y visión nocturna. En especial, el algoritmo Retinex tiende a mostrar resultados sobresalientes en comparación con otros enfoques, y también presenta ventajas en la visión nocturna. Sin embargo, el algoritmo Retinex tiene problemas tales como el efecto halo y la distorsión del color. En este documento, el algoritmo propuesto tiene una idea simple para eliminar los problemas anteriores que combina una imagen de reflectancia y una imagen de luminancia con algunos factores constantes respectivamente. Dado que el resultado incluye el componente de luminancia, funciona en diversos entornos tal como la imagen con niebla y la imagen de visión nocturna. Además, este algoritmo tiene una estructura adecuada para el procesamiento en tiempo real. Los resultados de una variedad de imágenes muestran la eficacia de este enfoque.

Chen-Jui Chung *et al.*: "Under-exposed image enhancement using exposure compensation", *ITS Telecommunications (ITST)*, 2013, 13ª Conferencia internacional del IEEE, 5 de noviembre de 2013, páginas 24 a 209, DOI: 10.1109/ITST.2013.6685546 describe que la exposición es crítica en el proceso de obtención de imágenes, ya que, si la condición de iluminación es pobre, la calidad y visibilidad de las imágenes se degradará severamente. En este documento, se propone un algoritmo de mejora de imágenes totalmente automático que puede resolver el problema de subexposición. La idea básica de este método viene de la técnica común de fotografía: la compensación de la exposición. Para imágenes con poca exposición como imágenes nocturnas e imágenes retroiluminadas, en primer lugar, se examina el nivel de exposición adaptando el sistema de Zonas utilizado en fotografía, y después se utiliza la compensación de exposición para corregir la falta de luminosidad.

Un objeto de la presente invención es resolver las desventajas mencionados anteriormente y proporcionar un dispositivo de eliminación de niebla para realizar la eliminación de niebla de una imagen que contiene niebla.

Compendio

De acuerdo con la invención este objeto ha sido resuelto por la materia de las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas de la invención están descritas en las reivindicaciones dependientes.

(1) Un dispositivo de eliminación de niebla según la presente invención incluye:

Un medio de separación (4) que separa, una imagen que contiene niebla en un componente de reflectancia y un componente de luz de iluminación, medios de eliminación de niebla de los componentes de reflectancia (13) que elimina la niebla basada en una densidad de niebla determinada por separado para el componente de reflectancia

separado; un medio de eliminación de niebla de componente de luz de iluminación (14) que elimina la niebla basada en la densidad de niebla para el componente de luz de iluminación separado; y un medio de síntesis (16) que forma una imagen a partir de la cual se ha eliminado la niebla, mediante la utilización de un componente de reflectancia después de la eliminación de la niebla y de un componente de luz de iluminación después de la eliminación de niebla; en donde bajo una condición de que no haya un componente de reflectancia en la luminosidad y que un modelo atmosférico sea válido con el componente de luz de iluminación, el modelo atmosférico se expresa mediante una ecuación de $I(x)=J(x)t(x)+A(I-t(x))$ en la que I indica una imagen que incluye niebla y se define por el producto de una luz de iluminación L y una reflectancia R en una teoría de Retinex, J indica una imagen que no incluye niebla, t indica una densidad de niebla, x indica la coordenada de un pixel objetivo en la imagen y A indica la luminosidad, los medios de eliminación de niebla de los componentes de reflectancia (13) y los medios de eliminación de niebla del componente de luz de iluminación (14) realizan la eliminación de niebla por separado sobre el componente de reflectancia y el componente de luz de iluminación, mediante la aplicación de la teoría de Retinex a los anteriormente mencionados I, J y A, como $JR=(IR-IL-(1-t)AL)/(IL-(1-t)AL)$ para el componente de reflectancia y como $JL=(IL-AL)/t+AL$ para el componente de luz de iluminación, y en donde los grados de eliminación de niebla son diferentes entre la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de reflectancia (13) y la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de luz de iluminación (14) debido a los diferentes valores que se utilizan para las densidades de niebla o debido a la diferente ponderación del componente de reflectancia después de la eliminación de niebla y del componente de luz de iluminación después de la eliminación de niebla.

De esta manera, sintetizando el componente de reflectancia y el componente de luz de iluminación mientras los grados de eliminación de niebla se diferencian entre ellos, se hace posible un proceso de eliminación de niebla más flexible.

(2) En el dispositivo de eliminación de niebla de acuerdo con la presente invención, el grado de eliminación de niebla de la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de reflectancia es mayor que el grado de eliminación de niebla de la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de luz de iluminación. Por consiguiente, incluso si la niebla es densa, se puede obtener una imagen en la que se realiza un borde y se mantiene todo el brillo.

(3) En el dispositivo de eliminación de niebla de acuerdo con la presente invención, el grado de eliminación de niebla de la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de luz de iluminación es mayor que el grado de eliminación de niebla de la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de reflectancia. Por consiguiente, se puede obtener una imagen sobre la que no se realice la mejora del borde mientras se reduce el brillo de la imagen completa.

(4) Un método de generación de imágenes de acuerdo con la presente invención, incluye:

separar una imagen que contiene niebla en un componente de reflectancia y un componente de luz de iluminación, eliminar la niebla basada en una densidad de niebla determinada por separado para el componente de reflectancia separado; eliminar la niebla basada en la densidad de niebla para el componente de luz de iluminación separado; y formar una imagen a partir de la cual se ha eliminado la niebla, mediante la utilización de un componente de reflectancia después de la eliminación de niebla y de un componente de luz de iluminación después de la eliminación de niebla; en donde bajo una condición de que no haya un componente de reflectancia en la luminosidad y que un modelo atmosférico sea válido con el componente de luz de iluminación, el modelo atmosférico se expresa mediante una ecuación de $I(x)=J(x)t(x)+A(I-t(x))$ en la que I indica una imagen que incluye niebla y se define por el producto de una luz de iluminación L y una reflectancia R en una teoría de Retinex, J indica una imagen que no incluye niebla, t indica una densidad de niebla, x indica la coordenada de un pixel objetivo en la imagen y A indica la luminosidad, los medios de eliminación de niebla de los componentes de reflectancia (13) y los medios de eliminación de niebla del componente de luz de iluminación (14) realizan la eliminación de niebla por separado sobre el componente de reflectancia y el componente de luz de iluminación, mediante la aplicación de la teoría de Retinex a los anteriormente mencionados I, J y A, como $JR=(IR-IL-(1-t)AL)/(IL-(1-t)AL)$ para el componente de reflectancia y como $JL=(IL-AL)/t+AL$ para el componente de luz de iluminación, y en donde los grados de eliminación de niebla son diferentes entre la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de reflectancia (13) y la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de luz de iluminación (14) debido a los diferentes valores que se utilizan para las densidades de niebla o debido a la diferente ponderación del componente de reflectancia después de la eliminación de niebla y del componente de luz de iluminación después de la eliminación de niebla.

La "niebla" en la presente memoria descriptiva es un concepto que también incluye neblina, bruma, humo, polvos, lluvia y nieve.

Se explican las correspondencias entre los diversos medios descritos en las reivindicaciones y las configuraciones

5 en las realizaciones. Un "medio de cálculo" corresponde a una unidad de cálculo de la densidad de niebla 11. Un "medio de separación" corresponde a una unidad de separación de luz de iluminación 4. Un "medio de eliminación de niebla del componente de reflectancia" corresponde a una unidad de eliminación de niebla del componente de reflectancia 13 y un "medio de eliminación de niebla del componente de luz de iluminación" corresponde a una unidad de eliminación de niebla del componente de luz de iluminación 14. Un "medio de síntesis" corresponde a una unidad de síntesis 16.

Las características, otros objetivos, usos, efectos, etc. de la presente invención se harán evidentes al considerar las reivindicaciones y las figuras.

Breve descripción de los dibujos

10 La Figura 1 muestra una configuración de un dispositivo de procesamiento de imágenes 1.

La Figura 2 muestra una relación entre un componente de luz de iluminación y una intensidad de eliminación de niebla, y entre un componente de reflectancia y una intensidad de eliminación de niebla.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

15 De aquí en adelante, las realizaciones de la presente invención se explican con referencia a las figuras. La Figura 1 muestra una configuración de un dispositivo de procesamiento de imágenes 1 que tiene un dispositivo de eliminación de niebla 10 de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

El dispositivo de eliminación de niebla 10 incluye una unidad de separación de luz de iluminación 4, una unidad de eliminación de niebla del componente de reflectancia 13, una unidad de eliminación de niebla del componente de luz de iluminación 14, una unidad de cálculo de la densidad de la niebla 11 y una unidad de síntesis 16.

20 La unidad de separación de luz de iluminación 4 tiene un filtro de paso bajo de conservación de bordes, y en una unidad de conversión de YUV 3, un valor medio ponderado de brillo local de datos YUV convertidos, es decir se calcula un componente de luz de iluminación, separando así el componente de luz de iluminación de un componente de reflectancia.

25 La unidad de cálculo de la densidad de la niebla 11 calcula la densidad de niebla de una imagen de entrada dada, utilizando el componente de luz de iluminación separado. En la presente realización, la densidad de niebla final t se obtiene de un valor de DCP suponiendo que el DCP explicado en la TÉCNICA RELACIONADA representa la densidad de niebla.

30 La unidad de eliminación de niebla del componente de reflectancia 13 realiza la eliminación de niebla sobre un componente de reflectancia calculado por la unidad de cálculo de reflectancia. La unidad de eliminación de niebla del componente de luz de iluminación 14 realiza la eliminación de niebla sobre el componente de luz de iluminación separado. Los grados de eliminación de niebla son diferentes entre la unidad de eliminación de niebla del componente de luz de iluminación 14 y la unidad de eliminación de niebla del componente de reflectancia 13. Los detalles se explican a continuación.

35 La unidad de síntesis 16 realiza la síntesis para formar una imagen a partir de la cual se ha eliminado la niebla al utilizar el componente de luz de iluminación en el que se ha realizado la eliminación de niebla y el componente de reflectancia sobre el cual se ha realizado la eliminación de niebla. La imagen formada por la síntesis se convierte de los datos YUV en datos RGB en una unidad de conversión RGB 18.

Se explica la eliminación de niebla realizada en la unidad de eliminación de niebla del componente de luz de iluminación 14 y la unidad de eliminación de niebla del componente de reflectancia 13.

40 En la teoría de Retinex, se define una imagen I de observación por el producto de una luz de iluminación L y una reflectancia R .

$$I=RL \dots \text{Ecuación (3)}$$

La modificación de la Ecuación (1) del modelo atmosférico da como resultado la Ecuación (4).

$$J(x)=(I(x)-A)/t(x)+A \dots \text{Ecuación (4)}$$

45 En este caso, aplicando la teoría de Retinex a las antes mencionadas I , J y A , y expresarlas respectivamente con el producto del componente de reflectancia y el componente de luz de iluminación, se obtiene la Ecuación (5).

$$JR JL=(IR IL-AR AL)/t + ARAL \dots \text{Ecuación (5)}$$

5 Aquí, se supone en el modelo atmosférico que la luminosidad A no incluye un componente de reflectancia. Además, la Ecuación (1) del modelo atmosférico es ciertamente válida para el componente de luz de iluminación. En consecuencia, considerando la Ecuación (4) solamente sobre el componente de luz de iluminación, se pueden establecer las siguientes dos restricciones.

$$AR=1 \dots \text{Ecuación (6)}$$

$$JL=(IL-AL)/t+AL \dots \text{Ecuación (7)}$$

Al sustituir las Ecuaciones (6) y (7) por la Ecuación (5), se obtiene la Ecuación (8).

$$JR=(IR IL-(1-t)AL)/(IL-(1-t)AL) \dots \text{Ecuación (8)}$$

10 De acuerdo con la Ecuación (8), el valor de JR es mayor que IR cuando $IR > 1$, y menor que IR cuando $IR < 1$. Es decir, un proceso para mejorar un borde de acuerdo con la densidad de la niebla se realiza sobre un componente de reflectancia y esto es consistente con el hecho de que los bordes se oscurecen debido a la niebla.

15 De esta manera, es posible eliminar la niebla separada de un componente de luz de iluminación y un componente de reflectancia (eliminación de niebla para un componente de luz de iluminación con la Ecuación (7), y eliminación de niebla para un componente de reflectancia con la Ecuación (8)).

20 Las ventajas de poder eliminar la niebla por separado para un componente de luz de iluminación y un componente de reflectancia se explican con referencia a la Figura 2. El aumento del grado de eliminación de niebla aumenta el nivel de mejora de los bordes de un componente de reflectancia y disminuye el brillo (luminancia) de un componente de luz de iluminación. Por el contrario, la disminución del grado de eliminación de niebla reduce el nivel de mejora de los bordes de un componente de reflectancia y reduce el grado de disminución de un componente de luz de iluminación. Es decir, no se vuelve tan oscura. Por consiguiente, si se aumenta el grado de eliminación de niebla para una imagen con colores pálidos y menos ondulación debido a la niebla densa, los bordes se mejoran, pero la imagen se oscurece.

25 En contraste, incluso para una imagen de este tipo, el grado de eliminación de niebla puede aumentarse para un componente de reflectancia y por otra parte, el grado de eliminación de niebla puede reducirse para un componente de luz de iluminación con el enfoque actual. Por consiguiente, se puede mejorar la visibilidad mientras se mantiene el brillo de la imagen.

30 Como tales enfoques para hacer que los grados de eliminación de niebla sean diferentes entre un componente de luz de iluminación y un componente de reflectancia, se utilizan diferentes valores de densidad de niebla para los respectivos procesos de eliminación de niebla sobre un componente de luz de iluminación y un componente de reflectancia, o se ponderan los respectivos resultados del proceso de eliminación de niebla de un componente de luz de iluminación y un componente de reflectancia.

35 En el procedimiento anterior, por ejemplo, los valores t pueden ser diferentes entre sí en la Ecuación (7) y la Ecuación (8). En una imagen densa que tiene una luminancia global media baja (no alta), es mejor aumentar el grado de mejora de los bordes, pero no disminuir la luminancia en gran medida. Por consiguiente, cuando el valor del componente de luz de iluminación t es tL, y el valor del componente de reflectancia t es tR tL y tR puede satisfacer la relación $tL > tR$ para disminuir el grado de eliminación de niebla para un componente de luz de iluminación y aumentar el grado de eliminación de niebla para un componente de reflectancia.

40 Además, se puede realizar la ponderación de los resultados del proceso de eliminación de niebla de la siguiente manera, por ejemplo.

Suponiendo que el componente de luz de iluminación después de la eliminación de niebla es JL, y que el resultado de la ponderación es JL', JL' se obtiene con la Ecuación (9).

$$JL'=IL+k (JL - IL) \dots \text{Ecuación (9)}$$

45 En la Ecuación (9), la forma de ponderación se hace cambiable, al no multiplicar un valor obtenido con un coeficiente, sino mediante la ponderación de una cantidad de cambio de una imagen original con el uso de un

coeficiente k . Específicamente, cuando se disminuye el nivel de eliminación de niebla de un componente de luz de iluminación solo necesita satisfacer la relación $k < 1$.

5 De esta manera, mediante la separación de una imagen que causa un error de reconocimiento visual en un componente de luz de iluminación y un componente de reflectancia en la teoría de Retinex, realizando un proceso de imagen para hacer que las intensidades de eliminación del error basado en el modelo atmosférico sean diferentes para los respectivos componentes, y luego sintetizando los componentes, resulta posible un proceso para mitigar el error de reconocimiento visual de acuerdo con los respectivos componentes. Aunque en la presente realización, la luminancia que corresponde al grado por el cual un componente de luz de iluminación se vuelve brillante debido a que se reduce la niebla, y los bordes de un componente de reflectancia que se oscurece debido a la niebla se mejoran, puede conseguirse un efecto similar solamente disminuyendo el grado de un proceso sobre un componente de luz de iluminación. Esto se debe a que los valores del brillo y los bordes son relativos.

10 Además, los ajustes por separado de un componente de luz de iluminación después de la eliminación de niebla y un componente de reflectancia después de la eliminación de niebla se pueden aplicar en combinaciones distintas a ésta.

15 (2. Otras realizaciones)

Aunque en la presente realización, se ha explicado un ejemplo en el que los valores RGB se determinan una vez en los valores YUV, se pueden emplear otros modelos de espacio de color (como HSV). Los valores pueden convertirse en valores RGB cuando sea necesario en un cálculo de densidad de niebla y/o en un proceso de eliminación de niebla. También, aunque en la presente realización, se ha explicado un ejemplo en el que se realiza la eliminación de niebla, la técnica puede aplicarse también a los casos en los que se van a eliminar componentes de luz externos distintos de la niebla.

Aunque en la presente realización, se obtiene una densidad de niebla como DCP, se pueden adoptar otros enfoques para calcular una densidad de niebla, y también se puede permitir que un operador ajuste manualmente una densidad de niebla.

25 Aunque en la explicación anterior, la presente invención se explicara como realizaciones preferidas, las realizaciones no se utilizan a modo de limitación, sino para explicación. Las modalidades pueden modificarse dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas sin apartarse del alcance de la presente invención.

[Explicación de los Símbolos de Referencia]

4: unidad de separación de luz de iluminación

30 13: unidad de eliminación de niebla del componente de reflectancia

14: unidad de eliminación de niebla del componente de luz de iluminación

16: unidad de sintetización

35

40

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de eliminación de niebla que comprende:

un medio de separación (4) que separa una imagen que contiene niebla en un componente de reflectancia y un componente de luz de iluminación,

5 un medio de eliminación de niebla del componente de reflectancia (13) que elimina la niebla basada en una densidad de niebla determinada por separado para el componente de reflectancia separado;

un medio de eliminación de niebla del componente de luz de iluminación (14) que elimina la niebla basada en la densidad de niebla para el componente de luz de iluminación separado; y

10 un medio de síntesis (16) que forma una imagen a partir de la cual se ha eliminado la niebla, al utilizar un componente de reflectancia después de la eliminación de niebla y un componente de luz de iluminación después de la eliminación de niebla;

en donde bajo una condición de que no haya un componente de reflectancia en la luminosidad y que un modelo atmosférico sea válido con el componente de luz de iluminación, el modelo atmosférico se expresa mediante una ecuación de $I(x)=J(x)t(x)+A(I-t(x))$ en la que I indica una imagen que incluye niebla y se define por el producto de una luz de iluminación L y una reflectancia R en una teoría de Retinex, J indica una imagen que no incluye niebla, t indica una densidad de niebla, x indica la coordenada de un pixel objetivo en la imagen y A indica la luminosidad, los medios de eliminación de niebla de los componentes de reflectancia (13) y los medios de eliminación de niebla del componente de luz de iluminación (14) realizan la eliminación de niebla por separado sobre el componente de reflectancia y el componente de luz de iluminación, mediante la aplicación de la teoría de Retinex a los anteriormente mencionados I, J y A, como $JR=(IR IL- (1 - t) AL) / (IL - (1 - t) AL)$ para el componente de reflectancia y como $JL= (IL - AL) / t + AL$ para el componente de luz de iluminación, y

25 en donde los grados de eliminación de niebla son diferentes entre la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de reflectancia (13) y la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de luz de iluminación (14) debido a los diferentes valores que se utilizan para las densidades de niebla o debido a la diferente ponderación del componente de reflectancia después de la eliminación de niebla y del componente de luz de iluminación después de la eliminación de niebla.

2. El dispositivo de eliminación de niebla de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el grado de eliminación de niebla de la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de reflectancia (13) es mayor que el grado de eliminación de niebla de la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de luz de iluminación (14).

30 3. El dispositivo de eliminación de niebla de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el grado de eliminación de niebla de la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de luz de iluminación (14) es mayor que el grado de eliminación de niebla de la eliminación de niebla en los medios de eliminación de niebla de los componentes de reflectancia.

4. Un método de generación de imágenes que comprende:

35 separar una imagen que contiene niebla en un componente de reflectancia y un componente de luz de iluminación;

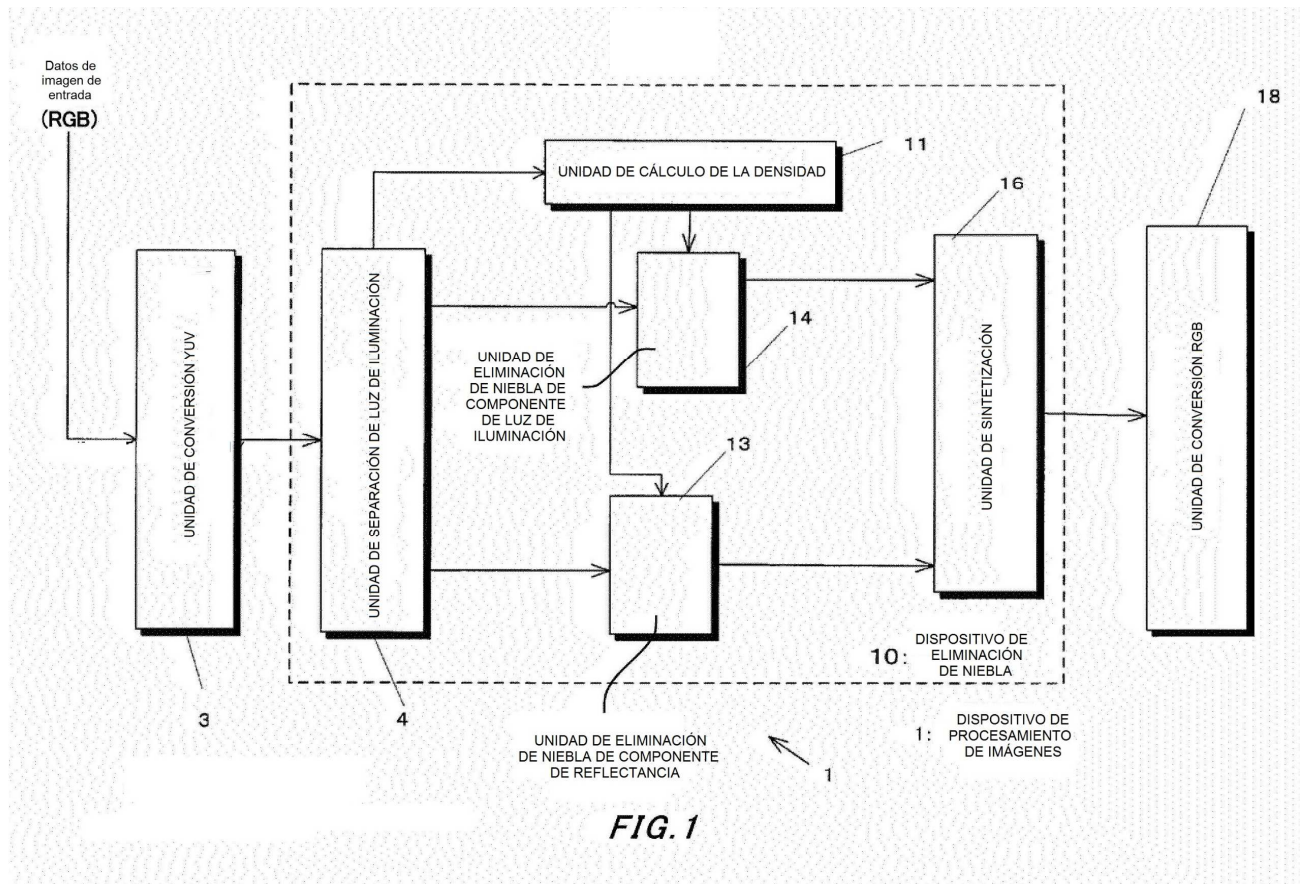
eliminar la niebla basada en una densidad de niebla determinada por separado para el componente de reflectancia separado;

eliminar la niebla basada en la densidad de niebla para el componente de luz de iluminación separado; y

40 formar una imagen a partir de la cual se ha eliminado la niebla, al utilizar un componente de reflectancia después de la eliminación de niebla y un componente de luz de iluminación después de la eliminación de niebla; en donde

45 bajo una condición de que no haya un componente de reflectancia en la luminosidad y que un modelo atmosférico sea válido con el componente de luz de iluminación, el modelo atmosférico se expresa mediante una ecuación de $I(x) = J(x) t(x) + A (I - t(x))$ en la que I indica una imagen que incluye niebla y se define por el producto de una luz de iluminación L y una reflectancia R en una teoría de Retinex, J indica una imagen que no incluye niebla, t indica una densidad de niebla, x indica la coordenada de un pixel objetivo en la imagen y A indica la luminosidad, realizando la eliminación de niebla por separado sobre el componente de reflectancia y el componente de luz de iluminación,

5 mediante la aplicación de la teoría de Retinex a los anteriormente mencionados I, J y A, como $JR = (IR IL - (1 - t) AL) / (IL - (1 - t) AL)$ para el componente de reflectancia y como $JL = (IL - AL) / t + AL$ para el componente de luz de iluminación, y en donde los grados de eliminación de niebla son diferentes entre la eliminación de niebla en el componente de reflectancia y la eliminación de niebla en el componente de luz de iluminación debido a los diferentes valores que se utilizan para las densidades de niebla o debido a la diferente ponderación del componente de reflectancia después de la eliminación de niebla y del componente de luz de iluminación después de la eliminación de niebla.



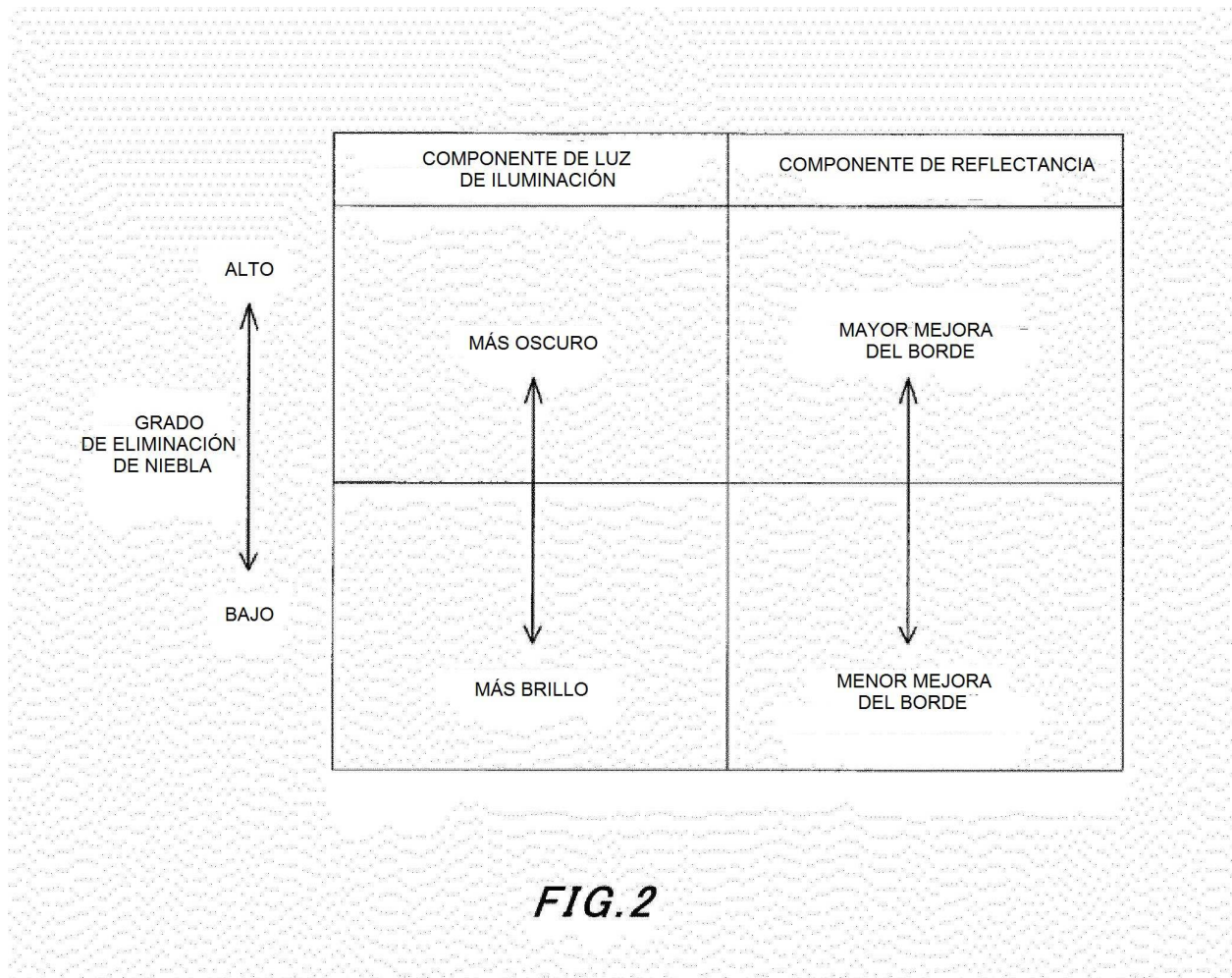


FIG.2