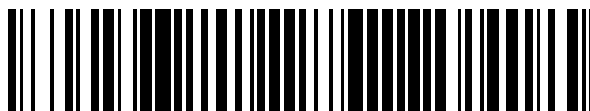


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 107**

51 Int. Cl.:

H04N 23/11 (2013.01)
H04N 25/131 (2013.01)
H04N 23/71 (2013.01)
H04N 23/72 (2013.01)
H04N 23/73 (2013.01)
H04N 23/76 (2013.01)
H04N 23/80 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2018** **PCT/CN2018/110685**
87 Fecha y número de publicación internacional: **15.08.2019** **WO19153787**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2018** **E 18904907 (5)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2023** **EP 3751833**

54 Título: **Sistema de cámara de doble espectro basado en un único sensor y método de procesamiento de imágenes**

30 Prioridad:

11.02.2018 CN 201810143997

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.11.2023

73 Titular/es:

ZHEJIANG UNIVIEW TECHNOLOGIES CO., LTD.
(100.0%)
2/F Area B, Building 2, 1-3/F Area A, Building 2
and 1-11/F South Tower Building 10 ,88 Jiangling
Road Xixing Street, Binjiang District
Hangzhou, Zhejiang 310000, CN

72 Inventor/es:

SUN, YUE;
CHEN, DUOMING y
YU, HENGLE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 953 107 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

Sistema de cámara de doble espectro basado en un único sensor y método de procesamiento de imágenes

Campo técnico

La presente invención se refiere al campo técnico de la captura y procesamiento de imágenes, y más particularmente se refiere a un sistema de cámara de doble espectro basado en un único sensor y un método de procesamiento de imágenes.

Antecedentes

Una cámara a color típica únicamente captura y usa información en la banda de ondas de luz visible. En tales escenas con poca luz, neblina o similares, el efecto de la imagen en color se degradará gravemente debido a la disminución de la intensidad de la luz visible o al bloqueo de la información de la escena. En contraste, se puede obtener una imagen infrarroja clara y de alta relación de señal a ruido a través del control de exposición apropiado en estas escenas. Sin embargo, por otro lado, la imagen infrarroja contiene únicamente información en escala de grises, pero no información de color. Una cámara de doble espectro es un tipo de dispositivo de cámara que puede capturar y procesar imágenes en la banda de ondas de luz visible y en la banda de ondas de luz infrarroja. Una imagen de luz visible y una imagen infrarroja se capturan y fusionan simultáneamente a través de la tecnología de fusión de imágenes, que combina las ventajas de los dos tipos de imágenes anteriores.

Una cámara típica de doble espectro generalmente adopta un diseño de sensor doble, en el que se usan dos conjuntos separados de lentes y combinaciones de sensores para recopilar por separado una imagen de luz visible y una imagen infrarroja. A continuación, las dos imágenes se fusionan para operaciones adicionales, tales como el procesamiento, la codificación y la transmisión de imágenes. Para esta solución, la configuración de hardware de doble lente y de doble sensor tiene un coste relativamente alto, y no se puede evitar el problema del paralaje estéreo entre las dos lentes, dando lugar a dificultades técnicas en términos de registro y fusión de la imagen visible y la imagen infrarroja. Una versión mejorada basada en la solución de lente doble es una solución de lente única y sensor doble, en la que se añade un mecanismo de separación de luz en la cámara para separar la luz visible y la luz infrarroja entre sí, permitiendo por lo tanto que la luz visible y la luz infrarroja se representen por separado en dos sensores. Esta solución puede evitar el problema del paralaje estéreo, pero la configuración del hardware del sistema de separación de luz y los sensores dobles conduce a un aumento del volumen y el coste de la cámara.

Además, para escenas de aplicación tales como poca luz y penetración de neblina, un método típico de fusión de imágenes generalmente realiza una síntesis ponderada directa del componente de luminancia de la imagen de luz visible con la imagen infrarroja, donde una imagen de color fusionado así obtenida hace que sea difícil evitar problemas en términos de luminancia y distorsión del color causados por la inconsistencia de las características de la escala de grises entre la imagen infrarroja y la imagen de luz visible. En resumen, un sistema típico de cámara de doble espectro todavía tiene problemas que incluyen una estructura óptica compleja, gran volumen, alto coste, dominancia de color y distorsión de luminancia causados por la inconsistencia de las características de la escala de grises entre la imagen infrarroja y la imagen visible durante el proceso de fusión de imágenes.

También se conocen tecnologías relevantes adicionales a partir del documento US 2004/256561 A1 (BEUHLER ALLYSON [US] ET AL) 23 de diciembre de 2004 (23-12-2004) que se refiere a WIDE BAND LIGHT SENSING PIXEL ARRAY; el documento US 2016/344965 A1 (GRAUER YOAV [IL] ET AL) 24 de noviembre de 2016 (24-11-2016) que se refiere a CONTROLLABLE GATED SENSOR; el documento US 2015/200220 A1 (JUENGER ANDREW K [US] ET AL) 16 de julio de 2015 (16-07-2015) que se refiere a IMAGE SENSING SYSTEM; y el documento WO 2017/159041 A1 (SONY CORP [JP]) 21 de septiembre de 2017 (21-09-2017) y el documento US 2019/124271 A1 (SATO YASUSHI [JP]) 25 de abril de 2019 (25-04-2019) que se refiere a SIGNAL PROCESSING APPARATUS, IMAGING PICKUP APPARATUS, AND SIGNAL PROCESSING METHOD.

Compendio

En vista de esto, un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de cámara de doble espectro basado en un único sensor y un método de procesamiento de imágenes, para simplificar una estructura óptica del sistema de cámara de doble espectro, facilitando de esta manera la miniaturización de un volumen de un aparato de cámara, reduciendo el coste y mejorando el efecto de la imagen. Las características del sistema y método según la presente invención se definen en las reivindicaciones independientes. Se proporcionan mejoras adicionales en las reivindicaciones dependientes.

En un primer aspecto, una realización de la presente invención proporciona un sistema de cámara de doble espectro basado en un único sensor. El sistema de cámara de doble espectro incluye una lente, un sensor de imagen y un módulo lógico de separación de luz y un módulo de fusión de imágenes que están conectados secuencialmente al sensor de imagen. El sensor de imagen incluye células fotosensibles rojo-verde-azul (RGB) y células fotosensibles de radiación infrarroja (IR), donde una capa de filtro de recorte de infrarrojos está dispuesta en una ruta de entrada de luz de las células fotosensibles RGB. El sensor de imagen está configurado para recibir luz incidente que entra a través de la lente para generar una imagen original y enviar la imagen original al módulo lógico de separación de luz. El

módulo lógico de separación de luz está configurado para convertir y separar la imagen original en una imagen de luz visible y una imagen infrarroja, y enviar la imagen de luz visible y la imagen infrarroja al módulo de fusión de imágenes para generar una imagen fusionada.

- 5 En relación con el primer aspecto, una realización de la presente invención proporciona una primera implementación posible del primer aspecto, donde la capa de filtro de recorte de infrarrojos mencionada anteriormente está dispuesta en una superficie de un microlente de cada una de las células fotosensibles RGB del sensor de imagen.

En relación con el primer aspecto, una realización de la presente invención proporciona una segunda implementación posible del primer aspecto, donde la capa de filtro de recorte de infrarrojos mencionada anteriormente está dispuesta en una superficie de un filtro de cada una de las células fotosensibles RGB del sensor de imagen.

- 10 En relación con el primer aspecto, una realización de la presente invención proporciona una tercera implementación posible del primer aspecto, donde una matriz de píxeles bidimensional del sensor de imagen incluye una pluralidad de celdas de matriz, y cada una de la pluralidad de celdas de matriz incluye las células fotosensibles RGB y las células fotosensibles IR.

- 15 El módulo lógico de separación de luz está configurado para generar un componente de imagen de luz visible unitario correspondiente a cada una de la pluralidad de celdas de matriz basándose en los datos recopilados por las células fotosensibles RGB en esta celda de matriz, y generar la imagen de luz visible según una pluralidad de componentes de imagen de luz visible que se obtienen.

- 20 El módulo lógico de separación de luz está configurado además para generar píxeles infrarrojos correspondientes a cada una de la pluralidad de celdas de matriz basándose en los datos recopilados por las células fotosensibles IR en esta celda de matriz, y generar la imagen infrarroja según una pluralidad de píxeles infrarrojos que se obtienen.

- 25 En relación con el primer aspecto, una realización de la presente invención proporciona una cuarta implementación posible del primer aspecto, donde el módulo lógico de separación de luz está específicamente configurado para: sumar o promediar valores de píxeles de color en cada una de una pluralidad de celdas de matriz unitaria en la imagen original para obtener píxeles de color, y combinar los píxeles de color para obtener un componente de imagen de luz visible unitario; sumar o promediar los valores de píxeles IR en cada una de la pluralidad de celdas de matriz en la imagen original para obtener píxeles IR, y combinar los píxeles IR para obtener un componente de imagen infrarroja unitario; y combinar los componentes de imagen de luz visible unitarios para obtener la imagen de luz visible, y combinar los componentes de imagen infrarroja unitarios para obtener la imagen infrarroja.

- 30 En relación con el primer aspecto, una realización de la presente invención proporciona una quinta implementación posible del primer aspecto, donde una matriz bidimensional de píxeles del sensor de imagen está dispuesta periódicamente en unas celdas de matriz de 4x4; y cada una de las celdas de matriz de 4x4 incluye cuatro tipos de células de píxeles de R, G, B e IR, y una relación de píxeles de números de R: G: B: IR es 2: 4: 2: 8.

- 35 En relación con el primer aspecto, una realización de la presente invención proporciona una sexta implementación posible del primer aspecto, en la que el sensor de imagen está configurado para controlar los parámetros de exposición de las células fotosensibles RGB y las células fotosensibles IR por separado según un algoritmo de exposición automática de dos rutas.

- 40 En relación con el primer aspecto, una realización de la presente invención proporciona una séptima implementación posible del primer aspecto, donde el sistema de cámara de doble espectro incluye además un módulo de procesamiento de imágenes. El módulo de procesamiento de imágenes está configurado para calcular los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado basándose en un algoritmo de exposición automática de dos rutas, y configurado para controlar el sensor de imagen para actualizar los parámetros de exposición de las células fotosensibles RGB y las células fotosensibles IR por separado para obtener una nueva imagen original.

- 45 En relación con el primer aspecto, una realización de la presente invención proporciona una octava implementación posible del primer aspecto, donde el módulo lógico de separación de luz está configurado además para obtener información de brillo de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado para generar datos estadísticos. de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja, después de descomponer la imagen original en la imagen de luz visible y la imagen infrarroja.

- 50 El módulo de procesamiento de imágenes está configurado específicamente para calcular los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado basándose en el algoritmo de exposición automática de dos rutas y los datos estadísticos.

- 55 En un segundo aspecto, una realización de la presente invención proporciona además un método de procesamiento de imágenes aplicado a una cámara. La cámara incluye un sensor de imagen, un módulo lógico de separación de luz y un módulo de fusión de imágenes. El sensor de imagen incluye células fotosensibles RGB y células fotosensibles IR. El método mencionado anteriormente incluye las siguientes operaciones: recibir, por el sensor de imagen, luz incidente y generar una imagen original; enviar la imagen original al módulo lógico de separación de luz, y convertir y separar, por el módulo lógico de separación de luz, la imagen original en una imagen de luz visible y una imagen

infrarroja; y enviar la imagen de luz visible y la imagen infrarroja al módulo de fusión de imágenes, y generar una imagen fusionada por el módulo de fusión de imágenes.

En relación con el segundo aspecto, una realización de la presente invención proporciona una primera implementación posible del segundo aspecto, donde la cámara mencionada anteriormente incluye además un módulo de procesamiento de imágenes que ejecuta un algoritmo de exposición automática de dos rutas; y un circuito de exposición doble está dispuesto en el sensor de imagen, que está configurado para controlar los parámetros de exposición de las células fotosensibles RGB y las células fotosensibles IR por separado. La operación de recibir, por el sensor de imagen, la luz incidente y generar la imagen original incluye las siguientes operaciones: recibir, por el módulo lógico de separación de luz, una imagen original de un fotograma anterior transmitido por el sensor de imagen, y descomponer la imagen original en la imagen de luz visible y la imagen infrarroja; calcular los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado según el algoritmo de exposición automática de dos rutas; y controlar, por el sensor de imagen, las células fotosensibles RGB y las células fotosensibles IR según los parámetros de exposición para generar una imagen original de un fotograma actual. En relación con el segundo aspecto, una realización de la presente invención proporciona una segunda implementación posible del segundo aspecto, donde la operación de calcular los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado según el algoritmo de exposición automática de dos rutas incluye las siguientes operaciones: obtener información de brillo de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado para generar datos estadísticos de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja, y calcular los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado basándose en los datos estadísticos y el algoritmo de exposición automática de dos rutas.

En relación con el segundo aspecto, una realización de la presente invención proporciona una tercera implementación posible del segundo aspecto, donde la operación de convertir y separar, por el módulo lógico de separación de luz, la imagen original en la imagen de luz visible y la imagen infrarroja incluye las siguientes operaciones: sumar o promediar valores de píxeles de color en cada una de una pluralidad de celdas de matriz unitaria en la imagen original para obtener píxeles de color, y combinar los píxeles de color para obtener un componente de imagen de luz visible unitario; sumar o promediar los valores de píxeles IR en cada una de la pluralidad de celdas de matriz unitaria en la imagen original para obtener píxeles IR, y combinar los píxeles IR para obtener un componente de imagen infrarroja unitario; y combinar los componentes de imagen de luz visible unitarios para obtener la imagen de luz visible, y combinar los componentes de imagen infrarroja unitarios para obtener la imagen infrarroja.

En relación con el segundo aspecto, una realización de la presente invención proporciona una cuarta implementación posible del segundo aspecto, donde la operación de generar la imagen fusionada por el módulo de fusión de imágenes incluye las siguientes operaciones: estimar un valor relativo de iluminancia ambiental basándose en la imagen de luz visible y emitir un primer coeficiente de ponderación ω_1 ; estimar un valor relativo de neblina ambiental basándose en la imagen de luz visible y emitir un segundo coeficiente de ponderación ω_2 ; realizar conversión de gama de colores en la imagen de luz visible para obtener un componente de luminancia y un componente de crominancia de la imagen de luz visible; obtener una imagen de brillo de luz visible basándose en el componente de luminancia de la imagen de luz visible, y realizar la estratificación de imágenes en la imagen de brillo de luz visible y la imagen infrarroja para obtener una capa de baja frecuencia de la imagen de brillo de luz visible, una capa de detalle de la imagen de brillo de luz visible y una capa de detalle de la imagen infrarroja; fusionar el componente de luminancia de luz visible y la imagen infrarroja para obtener un componente de luminancia de la imagen fusionada basándose en el primer coeficiente de ponderación, el segundo coeficiente de ponderación, la capa de baja frecuencia de la imagen de brillo de luz visible, la capa de detalle de la imagen de brillo de luz visible y la capa de detalle de la imagen infrarroja; y obtener la imagen fusionada a través de la conversión de gama de colores basándose en el componente de luminancia de la imagen fusionada y el componente de crominancia de la imagen de luz visible. .

En relación con la tercera implementación posible del segundo aspecto, una realización de la presente invención proporciona una quinta implementación posible del segundo aspecto, donde la operación de realizar la conversión de gama de colores en la imagen de luz visible para obtener el componente de luminancia y el componente de crominancia de la imagen de luz visible incluye las siguientes operaciones: convertir la imagen de luz visible de un dominio de Bayer a un dominio de RGB; y convertir la imagen original al módulo lógico de separación de luz; y el módulo de color en el que se separan la luminancia y la crominancia para obtener el componente de luminancia y el componente de crominancia de la imagen de luz visible.

Las realizaciones de la presente invención pueden incluir los siguientes efectos beneficiosos.

En el sistema de cámara de doble espectro basado en el sensor único y el método de procesamiento de imágenes proporcionado en las realizaciones de la presente invención, el sistema de cámara de doble espectro basado en el sensor único incluye la lente, el sensor de imagen y el módulo lógico de separación de luz y el módulo de fusión de imágenes que se conectan secuencialmente al sensor de imagen. El sensor de imagen incluye las células fotosensibles RGB y las células fotosensibles IR, donde la capa de filtro de recorte de infrarrojos está dispuesta en la ruta de entrada de luz de las células fotosensibles RGB; el sensor de imagen recibe la luz incidente que entra a través de la lente para generar la imagen original y envía la imagen original al módulo lógico de separación de luz; y el módulo lógico de separación de luz convierte y separa la imagen original en la imagen de luz visible y la imagen infrarroja, y envía la imagen de luz visible y la imagen infrarroja al módulo de fusión de imágenes para generar la imagen fusionada.

Por lo tanto, la estructura óptica del sistema de cámara de doble espectro se hace más sencilla, facilitando la miniaturización del aparato de cámara y reduciendo el coste.

- 5 Otras características y ventajas de la presente descripción se harán evidentes mediante la descripción que se establece a continuación, o parte de las características y ventajas pueden inferirse o determinarse a partir de la memoria descriptiva sin ambigüedad, o pueden obtenerse implementando las soluciones mencionadas anteriormente de la presente descripción.

Para una mejor comprensión de los objetos, características y ventajas antes mencionados de la presente descripción, a continuación, se describirán en detalle realizaciones ilustrativas en relación con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

- 10 Para una mejor comprensión de las realizaciones específicas de la presente invención o la solución técnica en la técnica relacionada, ahora se describirán brevemente los dibujos que necesitan usarse en las realizaciones específicas o en la descripción de la técnica relacionada. Aparentemente, los dibujos que se describen a continuación son algunas realizaciones de la presente invención, y para los expertos en la técnica, se pueden obtener otros dibujos según los dibujos sin esfuerzos creativos.
- 15 La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de cámara de doble espectro basado en un único sensor según una realización de la presente invención.
- La Figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra células fotosensibles RGB-IR según una realización de la presente invención.
- 20 La Figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra la disposición de células fotosensibles de un sensor de imagen RGB-IR según una realización de la presente invención.
- La Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra la implementación del módulo lógico de separación de luz según una realización de la presente invención.
- La Figura 5 es un diagrama de bloques de otro sistema de cámara de doble espectro basado en un único sensor según una realización de la presente invención.
- 25 La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método de procesamiento de imágenes según una realización de la presente invención.
- La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra el control de exposición de dos rutas según una realización de la presente invención.

En los dibujos:

- 30 11: Lente; 12: Sensor de imagen; 13: Módulo lógico de separación de luz; 14: Módulo de fusión de imágenes; 121: Células fotosensibles RGB; 122: Células fotosensibles IR; 21: Microlente; 22: Filtro; 23: Fotodiodo; 24: Material de sustrato de silicio; 25: Capa de filtro de recorte de infrarrojos; 51: Módulo de procesamiento de imágenes; 52: Módulo de codificación de imágenes y de red; 71: Apertura; y 72: Lámpara compensadora de luz infrarroja.

Descripción detallada

- 35 Los objetos, las soluciones técnicas y las ventajas de las realizaciones de la presente invención quedarán más claros a partir de una descripción clara y completa de las soluciones técnicas de la presente invención en relación con los dibujos. Aparentemente, las realizaciones descritas son parte, no todas, de las realizaciones de la presente invención.
- 40 Actualmente, para las cámaras típicas existentes de una única lente y de doble sensor y doble espectro, la luz ambiental se descompone en luz visible y luz infrarroja por un sistema de separación de luz después de entrar en la cámara, a continuación se obtiene una imagen de luz visible y una imagen infrarroja después de que se haya captado la luz visible y la luz infrarroja en dos sensores separados por separado, una imagen de luz visible y la imagen infrarroja se fusionan mediante un módulo de fusión de imágenes y, a continuación, se realiza el procesamiento de imágenes típico, la codificación de compresión, la transmisión de datos y otras operaciones en la imagen fusionada. Una estructura óptica de este tipo de cámara es relativamente compleja y es necesario añadir un mecanismo de separación de luz, lo que no favorece el diseño de miniaturización y el control de costes de un aparato de cámara. Además, un método de fusión de imágenes típico típicamente pondera y sintetiza directamente un componente de luminancia de la imagen de luz visible con la imagen infrarroja, y una imagen de fusión de color obtenida a partir del método de fusión de imágenes típico hace que sea difícil evitar problemas en términos de luminancia y distorsión de color causados por la inconsistencia de las características de la escala de grises entre la imagen infrarroja y la imagen de luz visible.
- 45
- 50 Basándose en esto, en realizaciones de la presente invención, se proporciona un sistema de cámara de doble espectro basado en un único sensor y un método de procesamiento de imágenes. En primer lugar, se propone un diseño de sistema de cámara de doble espectro basado en un único sensor para el problema de que un sistema de cámara de

doble espectro tiene una estructura compleja y un gran volumen, que tiene una estructura óptica sencilla y facilita el diseño de miniaturización de aparatos de cámara. En segundo lugar, se propone una solución de sensor RGB-IR mejorada para conseguir un control independiente de la exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja, y tiene un mejor rendimiento de relación de señal a ruido y de color. Además, se proporciona un algoritmo de fusión de imágenes eficaz, que optimiza el problema de la dominancia de color y la distorsión de la luminancia causados por la inconsistencia de las características de la escala de grises de la imagen infrarroja y la imagen visible, y mejora el efecto de imagen de las escenas malas, tales como las de poca iluminación y días de neblina.

Para facilitar la comprensión de esta realización, en primer lugar, se describe en detalle un sistema de cámara de doble espectro basado en un único sensor descrito en las realizaciones de la presente invención.

Realización uno

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de cámara de doble espectro basado en un único sensor según una realización de la presente invención. Como se ilustra en la Figura 1, el sistema de cámara de doble espectro incluye una lente 11, un sensor 12 de imagen y un módulo 13 lógico de separación de luz y un módulo 14 de fusión de imágenes que están conectados secuencialmente al sensor 12 de imagen. El sensor 12 de imagen puede incluir células 121 fotosensibles rojo-verde-azul (RGB) y células 122 fotosensibles de radiación infrarroja (IR), donde una capa de filtro de recorte infrarrojo está dispuesta en una ruta de entrada de luz de las células 121 fotosensibles RGB.

El sensor 12 de imagen recibe la luz incidente que entra a través de la lente 11 para generar una imagen original y envía la imagen original al módulo 13 lógico de separación de luz mencionado anteriormente. El módulo 13 lógico de separación de luz convierte y separa la imagen original en una imagen de luz visible y una imagen infrarroja, y envía la imagen de luz visible y la imagen infrarroja al módulo 14 de fusión de imágenes para generar una imagen fusionada.

La imagen original, en esta realización, puede referirse a un conjunto de datos compuesto por datos recopilados por cada una de las células fotosensibles del sensor 12 de imagen, los datos recopilados por las células fotosensibles RGB y los datos recopilados por las células fotosensibles IR no se han distinguido en el conjunto de datos, y el sensor 12 de imagen puede enviar el conjunto de datos mencionado anteriormente a una unidad lógica de separación de luz en un modo de transmisión de flujo de datos.

El módulo 13 lógico de separación de luz puede estar preconfigurado o grabado con un tipo de cada célula fotosensible (por ejemplo, unas células fotosensibles son unas células fotosensibles RGB o unas células fotosensibles IR) y una relación correspondiente entre cada célula fotosensible y una posición de un píxel de imagen. Después de obtener los datos recopilados por cada célula fotosensible, el módulo 13 lógico de separación de luz convierte los datos recopilados por las células fotosensibles RGB en la imagen de luz visible y convierte los datos recopilados por las células fotosensibles IR en la imagen infrarroja según el tipo de cada célula fotosensible y una posición de píxel correspondiente a cada célula fotosensible.

Basándose en el diseño mencionado anteriormente, en esta realización, la luz incidente en las células fotosensibles RGB y la luz incidente en las células fotosensibles IR es luz refractada por la misma lente 11. Por lo tanto, no hay paralaje estéreo entre la imagen de luz visible y la imagen infrarroja formada, lo que da como resultado un alto grado de coincidencia entre la imagen de luz visible y la imagen infrarroja, reduciendo de esta manera la dificultad en la fusión posterior de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja.

El sensor 12 de imagen mencionado anteriormente es un sensor RGB-IR mejorado en la presente memoria, que puede recopilar simultáneamente la imagen de luz visible y la imagen infrarroja, los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja se pueden controlar de forma independiente, y una imagen de luz visible generada tiene las ventajas de una alta relación de señal a ruido, buen rendimiento de color y similares. El sensor 12 de imagen puede garantizar que tanto la imagen de luz visible como la imagen infrarroja pueden obtener una mejor exposición y efecto de imagen en diversas escenas complejas en combinación con un modo de control de exposición de dos rutas.

En comparación con un diseño de sensor RGB-IR típico, el sensor 12 de imagen proporcionado por la realización de la presente invención tiene una mejora clave en la que se añade una capa de filtro de recorte de infrarrojos en una ruta de entrada de luz de cada una de las células 121 fotosensibles RGB, lo que garantiza que las unidades de píxeles de R, G y B únicamente detectan información de luz visible, evitando la dominancia de color de una imagen. En la presente memoria, una característica espectral de la capa de filtro de recorte de infrarrojos permite la transmisión del componente de luz visible (una longitud de onda es de 390-780 nm) y recorta el componente de luz infrarroja (una longitud de onda es mayor que 800 nm). En una o más implementaciones posibles, la capa de filtro de recorte de infrarrojos está dispuesta sobre una superficie de una microlente de cada una de las células 121 fotosensibles RGB del sensor 12 de imagen o una superficie de un filtro de cada una de las células 121 fotosensibles RGB de el sensor 12 de imagen. La Figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra células 122 fotosensibles RGB-IR según una realización de la presente invención. Como se ilustra en la Figura 2, las células 122 fotosensibles RGB-IR incluyen la microlente 21, el filtro 22, un fotodiodo 23, material 24 de sustrato de silicio y la capa 25 de filtro de recorte infrarrojo. La microlente 21 está configurada para concentrar la luz para mejorar el rendimiento fotosensible de un elemento. El filtro 22 puede ser un elemento óptico que selecciona una banda de onda fotosensible requerida, diferentes células fotosensibles adoptan diferentes filtros 22, y un filtro específico puede permitir o evitar que pase la luz de una longitud

de onda específica. El fotodiodo 23 está configurado para convertir una señal óptica adquirida en una señal eléctrica para el procesamiento de transmisión posterior. En la implementación ilustrada en la Figura 2, la capa 25 de filtro de recorte infrarrojo está dispuesta en la superficie del filtro 22 de cada una de las células 121 fotosensibles RGB del sensor 12 de imagen.

Cabe señalar que, la capa 25 de filtro de recorte de infrarrojos mencionada anteriormente se añade únicamente a las células 121 fotosensibles RGB y no se puede añadir a las células 122 fotosensibles IR. Para las células fotosensibles RGB-IR mostradas en la Figura 2, una característica de respuesta espectral es que unas células RGB únicamente detecta información de banda de onda de luz visible y una unidad IR detecta principalmente información de banda de onda de infrarrojo cercano con un intervalo de longitud de onda de 800 nm a 1000 nm. En el sensor 12 de imagen proporcionado por la realización de la presente invención, por un lado, se garantiza que la imagen en color representada por las células 121 fotosensibles RGB contiene únicamente información de luz visible sin dominación de color; y, por otro lado, la imagen infrarroja y la imagen en color representada por las células 122 fotosensibles IR pueden tener parámetros de exposición mutuamente independientes, garantizando por lo tanto teóricamente que tanto la imagen en color como la imagen infrarroja consiguen la mejor exposición y efecto de imagen.

El sensor 12 de imagen en la realización de la presente invención puede incluir una pluralidad de celdas de matriz, y cada una de la pluralidad de celdas de matriz incluye las células fotosensibles RGB y las células fotosensibles IR. Por ejemplo, una matriz de píxeles bidimensional del sensor 12 de imagen se forma disponiendo periódicamente celdas de matriz de 4x4, y cada celda de matriz de 4x4 incluye cuatro células de píxeles (es decir, células fotosensibles) de R, G, B e IR, y una relación de números de los cuatro píxeles R: G: B: IR es 2: 4: 2: 8. Cada celda de matriz de 4x4 se puede dividir además en cuatro celdas de matriz de 2x2, y cada celda de matriz de 2x2 está compuesta de un par de células IR y un par de células de color (una cualquiera de las celdas de R, G, B), que se pueden dividir en tres combinaciones en total, en concreto, una combinación IR+R, una combinación IR+G y una combinación IR+B. Dos células IR en las celdas de matriz de 2x2 están distribuidas en diagonal y dos células de color también están distribuidas en diagonal. Cuatro celdas de matriz 2x2 incluidas en cada celda de matriz 4x4 son una celda de combinación IR+R, una celda de combinación IR+B y dos celdas de combinación IR+G respectivamente, y la celda de combinación IR+R y la celda de combinación IR+B están distribuidas en diagonal, y las dos celdas de combinación IR+G también están distribuidas en diagonal. La Figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra la disposición de células fotosensibles de un sensor 12 de imagen RGB-IR según una realización de la presente invención. Como se ilustra en la Figura 3, (1) a (4) en la Figura 3 muestran por separado una disposición de píxeles en las cuatro celdas de matriz de 4x4 mencionadas anteriormente, y el lado derecho de la Figura 3 muestra un diagrama esquemático de una matriz del sensor 12 de imagen compuesta por celdas de matriz de 4x4 dispuestas según un modo mostrado en (1).

El sensor 12 de imagen emite datos de imagen en formato RGB-IR al módulo 13 lógico de separación de luz, y el módulo 13 lógico de separación de luz convierte los datos de imagen en formato RGB-IR en una imagen visible e imagen infrarroja separadas. Por ejemplo, en esta realización, cada celda de matriz puede corresponder a un componente de imagen de luz visible unitario y un componente de imagen infrarroja unitario, donde el un componente de imagen de luz visible unitario puede ser un píxel en la imagen de luz visible y el un componente de imagen infrarroja unitario puede ser un píxel en la imagen infrarroja. Para cada celda de matriz, el módulo 13 lógico de separación de luz genera el componente de imagen de luz visible unitario correspondiente a cada celda de matriz basándose en los datos recopilados por las células fotosensibles RGB en cada celda de matriz, y genera la imagen de luz visible según adquirió una pluralidad de píxeles de luz visibles. Para cada celda de matriz, el módulo 13 lógico de separación de luz genera el componente de imagen infrarroja unitario correspondiente a cada celda de matriz basándose en los datos recopilados por las células fotosensibles IR en cada celda de matriz, y genera la imagen infrarroja según una pluralidad de componentes de imagen infrarroja unitarios que se obtienen.

La imagen de luz visible está en formato Bayer y la imagen infrarroja es un mapa en escala de grises. Un proceso de separación de imágenes se implementa mediante el procesamiento de imágenes digitales en elementos lógicos (matriz de puertas programables en campo (FPGA), circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), procesador de señales digitales (DSP) y similares), que es diferente de la separación de luz tradicional, por lo que se llama separación lógica de luz.

La Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra la implementación de la separación lógica de luz según una realización de la presente invención. En la implementación ilustrada en la FIG. 4, se describe como ejemplo una celda de matriz de 4x4 de la imagen original en el formato RGB-IR. La celda de matriz se divide en cuatro celdas de matriz de 2x2, que son una celda de combinación IR+R, una celda de combinación IR+B y dos celdas de combinación IR+G por separado. En primer lugar, los valores de píxeles de color en las cuatro celdas de matriz de 2x2 se suman o se promedian por separado para obtener cuatro píxeles de color, que incluyen uno R, uno B y dos G, que se combinan en una celda Bayer de imagen de luz visible con un tamaño de 2x2, como se ilustra en (1) en la Figura 4. En segundo lugar, los valores de píxeles IR en las cuatro celdas de matriz de 2x2 se suman o promedian por separado para obtener cuatro píxeles IR, que se combinan en un componente de imagen infrarroja con un tamaño de 2x2, como se muestra en (2) en la Figura 4. Finalmente, se recorren todas las celdas de matriz 4x4 de la imagen RGB-IR y se repite la operación mencionada anteriormente, y finalmente se puede obtener una imagen de luz visible en el formato Bayer y una imagen infrarroja, tanto de la imagen de luz visible como de la imagen infrarroja tienen una resolución de 1/4 de la resolución de la imagen RGB-IR original, y tanto la anchura como la altura de la imagen de luz visible y la imagen

infrarroja tienen la mitad de la anchura y la altura de la imagen RGB-IR original. En comparación con la imagen RGB-IR original, la imagen de luz visible y la imagen infrarroja tienen una mejora en la sensibilidad de píxeles (relación de señal a ruido), porque cada valor de píxel de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja es una suma (o promedio) de dos valores de píxeles correspondientes de la imagen RGB-IR original. Sin embargo, el cálculo teórico muestra que, en un modelo de ruido blanco, la relación de señal a ruido de una suma (o promedio) de n valores de píxeles con la misma relación de señal a ruido es $\sqrt{n}$ veces la de una relación de señal a ruido de un píxel original, lo que indica que el procesamiento de reducción de resolución mencionado anteriormente es útil para mejorar el efecto de la imagen en escenas tales como poca iluminación y climas neblinosos.

La información de dominio de Bayer de la imagen de luz visible obtenida por el módulo 13 lógico de separación de luz después de que se complete el procesamiento de reducción de resolución mencionado anteriormente, es similar a la de un sensor de color típico. Sin embargo, un sensor RGB-IR de resolución no reducida típico inevitablemente tiene un problema de pérdida de información de color causada por el reemplazo de algunos píxeles de color por píxeles IR, lo que conduce a la distorsión del color, solapamiento de color y otros problemas. Por lo tanto, en el sistema de cámara de doble espectro proporcionado por la realización de la presente invención, el rendimiento de color de la imagen de luz visible emitida por el sensor 12 de imagen y el módulo 13 lógico de separación de luz debe ser superior al rendimiento de color de la imagen de luz visible del sensor RGB-IR típico.

Además, el sensor 12 de imagen mencionado anteriormente puede configurarse además para controlar los parámetros de exposición de las células 121 fotosensibles RGB y las células 122 fotosensibles IR por separado según un algoritmo de exposición automática de dos rutas. Además, el módulo 14 de fusión de imágenes fusiona la imagen de luz visible y la imagen infrarroja emitidas por el módulo 13 lógico de separación de luz para generar una imagen fusionada, donde la imagen fusionada está en formato Bayer. En comparación con la imagen de luz visible antes de la fusión, la imagen fusionada puede conseguir una mejor relación de señal a ruido, claridad, rendimiento de color y similares en escenas como poca iluminación y climas neblinosos. El módulo 14 de fusión de imágenes se implementa en un elemento lógico (FPGA, ASIC, DSP y similares) en la cámara. Además, en la realización de la presente invención, los requisitos para la lente 11 se describen a continuación. En primer lugar, la lente 11 tiene una buena tasa de paso de intensidad de luz desde la banda de ondas de luz visible (390 nm a 780 nm) a la banda de ondas de infrarrojo cercano (800 nm a 1000 nm). En segundo lugar, la lente 11 es una lente confocal de la luz visible y la luz infrarroja, lo que garantiza que la formación de imágenes de la luz visible y la luz infrarroja en el sensor 12 de imagen pueda alcanzar la claridad simultáneamente.

En la aplicación práctica, la Figura 5 es un diagrama de bloques de otro sistema de cámara de doble espectro basado en un único sensor según una realización de la presente invención. Como se ilustra en la Figura 5, el sistema de cámara incluye la lente 11, el sensor 12 de imagen, el módulo 13 lógico de separación de luz, el módulo 14 de fusión de imágenes, un módulo 51 de procesamiento de imágenes y un módulo 52 de codificación de imágenes y de red.

El módulo 51 de procesamiento de imágenes está configurado para recibir la imagen fusionada del módulo 14 de fusión de imágenes y realizar el procesamiento de señales de imagen típico (por ejemplo, balance de blancos, corrección de color, reducción de ruido, control de contraste y similares) en la imagen fusionada para mejorar el efecto de imagen; y calcular un algoritmo de exposición automática, un algoritmo de enfoque automático y otros algoritmos, controlar el sensor y la lente 11 de manera que la luz visible y la imagen infrarroja recopiladas consigan el mejor brillo y claridad de imagen, es decir, el cálculo del algoritmo de la exposición automática de dos rutas del que depende el sensor 12 de imagen para ajustar los parámetros de exposición puede calcularse por el módulo 51 de procesamiento de imágenes, y el resultado calculado se envía al sensor 12 de imagen.

Opcionalmente, se dispone un circuito de doble exposición en el sensor 12 de imagen, que puede ajustar los parámetros de exposición de las células fotosensibles RGB y las células fotosensibles IR por separado. El módulo 51 de procesamiento de imágenes puede configurarse para calcular los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado basándose en el algoritmo de exposición automática de dos rutas, y configurarse para controlar el sensor 12 de imagen para actualizar los parámetros de exposición de las células 121 fotosensibles RGB y las células 122 fotosensibles IR por separado para obtener una nueva imagen original.

Específicamente, en esta realización, el módulo 13 lógico de separación de luz está configurado además para descomponer la imagen original en la imagen de luz visible y la imagen infrarroja, y contar la información de brillo de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado para generar datos estadísticos de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja. El módulo 51 de procesamiento de imágenes calcula los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado basándose en el algoritmo de exposición automática de dos rutas según los datos estadísticos.

El módulo 52 de codificación de imágenes y de red está configurado para codificar y comprimir una imagen emitida por el módulo 51 de procesamiento de imágenes, y guardar datos de imagen en un aparato externo mediante la transmisión de red.

En el sistema de cámara de doble espectro basado en el sensor único provisto en la realización de la presente invención, la capa de filtro de recorte de infrarrojos está dispuesta en la ruta de entrada de luz de las células fotosensibles RGB, y el control independiente de exposición de la luz visible y el infrarrojo se logra en combinación

con el modo de control de exposición de dos rutas. Además, la imagen recopilada tiene ventajas de alta relación de señal a ruido, buen rendimiento de color y similares en comparación con el sensor RGB-IR de resolución no reducida típico a través de la optimización de la disposición de la matriz de píxeles y un diseño de separación lógica de luz con resolución reducida.

5 Realización dos

La realización dos de la presente invención proporciona además un método de procesamiento de imágenes aplicado a una cámara, donde la cámara puede ser la cámara provista en la realización uno de la presente invención, y la cámara incluye un sensor 12 de imagen, un módulo 13 lógico de separación de luz, un módulo 14 de fusión de imágenes y un módulo 51 de procesamiento de imágenes, donde el sensor 12 de imagen incluye células 121 fotosensibles RGB y células 122 fotosensibles IR. La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método de procesamiento de imágenes según una realización de la presente invención. Como se ilustra en la Figura 6, el método de procesamiento de imágenes incluye las siguientes operaciones.

Eta S601: el sensor de imagen recibe luz incidente y genera una imagen original; y en un proceso de generación de la imagen original, el módulo de procesamiento de imágenes mencionado anteriormente está configurado para controlar las células fotosensibles RGB y las células fotosensibles IR para ser expuestas por separado.

Se ejecuta un algoritmo de exposición automática de dos rutas en el módulo 51 de procesamiento de imágenes, y se dispone un circuito de exposición doble en el sensor 12 de imagen, que está configurado para controlar los parámetros de exposición de las células 121 fotosensibles RGB y las células 122 fotosensibles IR por separado. El módulo 13 lógico de separación de luz recibe una imagen original de un fotograma anterior enviado por el sensor 12 de imagen y descompone la imagen original del fotograma anterior en la imagen de luz visible y la imagen infrarroja. Los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja se calculan por separado según el algoritmo de exposición automática de dos rutas. El sensor 12 de imagen controla las células fotosensibles RGB y las células fotosensibles IR según los parámetros de exposición para generar una imagen original de un fotograma actual.

La implementación del control de la exposición de dos rutas se describirá con más detalle en la presente memoria. Para asegurar un mejor efecto de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja simultáneamente, por un lado, es necesario ejecutar el algoritmo de exposición automática (AE) de dos rutas en el módulo 51 de procesamiento de imágenes (un chip de procesador de sensor de imagen (ISP)), y por otro lado, es necesario implementar un circuito de exposición de dos rutas en el sensor 12 de imagen para controlar por separado los tiempos de exposición y las ganancias de las células 121 fotosensibles RGB y las células 122 fotosensibles IR.

La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra el control de exposición de dos rutas según una realización de la presente invención. En la implementación ilustrada en la Figura 7, el control de exposición de dos rutas incluye partes de hardware que incluyen el sensor 12 de imagen, el módulo 13 lógico de separación de luz, el módulo 51 de procesamiento de imágenes, una apertura 71 y una lámpara 72 de compensación de luz infrarroja. En primer lugar, el módulo 13 lógico de separación de luz descompone la imagen original en la imagen de luz visible y la imagen infrarroja, y cuenta la información de brillo (por ejemplo, se puede incluir información de brillo global e información de brillo local) de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado para generar datos estadísticos de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja. En segundo lugar, se ejecuta el algoritmo de exposición automática (AE) de dos rutas en el módulo 51 de procesamiento de imágenes, donde un algoritmo de AE recibe datos estadísticos de la imagen de luz visible y calcula para obtener los parámetros de exposición de la imagen de luz visible, donde los parámetros de exposición incluyen un valor de apertura, un tamaño de obturador, un valor de ganancia, y similares. El otro algoritmo de AE recibe datos estadísticos de la imagen infrarroja y calcula los parámetros de exposición de la imagen infrarroja, donde los parámetros de exposición incluyen el tamaño del obturador, el valor de ganancia, la intensidad de la luz de compensación de luz de la lámpara infrarroja y similares. A continuación, los parámetros de exposición de la luz visible y la imagen infrarroja se transmiten por separado, donde un obturador y un valor de ganancia del sensor de imagen de luz visible se transmiten al registro correspondiente a las células 121 fotosensibles RGB del sensor 12 de imagen para que surtan efecto, mientras que un obturador y un valor de ganancia del sensor de la imagen infrarroja se transmiten a un registro correspondiente a las células 122 fotosensibles IR del sensor 12 de imagen para que surtan efecto. Además, un valor de apertura calculado por la AE de imagen visible y un valor de intensidad de la lámpara 72 de compensación de luz infrarroja calculado por la AE de imagen infrarroja se transmiten por separado a los controladores correspondientes de la apertura 71 y la lámpara 72 de compensación de luz infrarroja para que surtan efecto. A través del modo de control de exposición de dos rutas, la imagen de luz visible y la imagen infrarroja pueden conseguir simultáneamente el mejor efecto de exposición.

En al menos una implementación, el módulo 51 de procesamiento de imágenes puede implementar además la exposición usando un algoritmo de control de exposición único típico, obtener un conjunto único de parámetros de exposición calculando el algoritmo de AE unidireccional y, a continuación, controlar la exposición de todas las células fotosensibles (incluyendo las células RGB y las células IR) en el sensor de imagen. En primer lugar, el módulo de fusión de imágenes fusiona la imagen de luz visible con la imagen infrarroja para obtener una imagen fusionada, obtiene información de brillo global e información de brillo local de la imagen fusionada para generar información estadística y proporciona el algoritmo de AE con la información estadística. En segundo lugar, el algoritmo de AE calcula para obtener un parámetro de control de exposición, transmite una ganancia del obturador y del sensor al

sensor de imagen para que surtan efecto, y transmite un valor de apertura y un valor de intensidad de la lámpara de compensación de luz infrarroja a un controlador de apertura y de lámpara de compensación de luz infrarroja correspondiente por separado para que surta efecto.

5 Etapa S602: la imagen original se transmite al módulo lógico de separación de luz, y la imagen original se convierte y separa en la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por el módulo lógico de separación de luz.

Después de que se genera la imagen original, la cámara transmite la imagen original al módulo 13 lógico de separación de luz y, a continuación, el módulo 13 lógico de separación de luz añade o promedia un valor de píxel de color en cada celda de la matriz unitaria en la imagen original para obtener píxeles de color, y combina los píxeles de color para obtener un componente de imagen de luz visible unitario. Además, se añade o se promedia un valor de píxel IR en cada celda de la matriz unitaria de la imagen original para obtener píxeles IR y, a continuación, se combinan los píxeles IR para obtener un componente de imagen infrarroja unitario. Finalmente, se obtiene la imagen de luz visible mediante la combinación de los componentes de la imagen de luz visible unitarios, y se obtiene la imagen infrarroja mediante la combinación de los componentes de la imagen infrarroja unitarios.

15 Etapa S603: la imagen de luz visible y la imagen infrarroja se transmiten al módulo de fusión de imágenes, y el módulo de fusión de imágenes genera una imagen fusionada.

En un proceso de generación de la imagen fusionada por el módulo 14 de fusión de imágenes, en primer lugar, se estima un valor relativo de iluminancia ambiental basándose en la imagen de luz visible y se emite un primer coeficiente de ponderación ω_1 . Los detalles se describen a continuación. Se obtiene el brillo de imagen L_{vis} , tiempo de obturación $T_{obturador}$, ganancia del sensor, Ganancia, de la imagen de luz visible, se calcula el valor relativo de la iluminancia ambiental L_{env} , donde $L_{env} = L_{vis} / (T_{obturador} \times \text{Ganancia})$, y se calcula un primer coeficiente de síntesis ω_1 según el valor relativo de la iluminancia ambiental calculado L_{env} y umbrales de iluminancia ambiental preestablecidos L_{T1} y L_{T2} . A continuación, se describe una fórmula de cálculo.

$$\omega_1 = \begin{cases} 1, & L_{env} \leq L_{T1} \\ (L_{T2} - L_{env}) / (L_{T2} - L_{T1}), & L_{T1} < L_{env} < L_{T2} \\ 0, & L_{env} \geq L_{T2} \end{cases} \quad (1)$$

25 Dos umbrales satisfacen $L_{T1} < L_{T2}$, el primer coeficiente de ponderación ω_1 está entre 0 y 1, y dentro de un intervalo umbral $[L_{T1}, L_{T2}]$, cuanto menor es la iluminancia, mayor es ω_1 .

Se estima un valor relativo de neblina ambiental basándose en la imagen de luz visible y se emite un segundo coeficiente de ponderación ω_2 . Los detalles se describen a continuación. En primer lugar, se calcula y obtiene una imagen de canal oscuro de la imagen de luz visible, y se calcula un valor promedio de la imagen de canal oscuro para obtener el valor relativo de la neblina ambiental S_{niebla} . En segundo lugar, se calcula un segundo coeficiente de síntesis ω_2 según el valor relativo de la neblina ambiental S_{niebla} y umbrales de neblina preestablecidos S_{T1} y S_{T2} , y una fórmula de cálculo es la siguiente.

$$\omega_2 = \begin{cases} 0, & S_{niebla} \leq S_{T1} \\ (S_{niebla} - S_{T1}) / (S_{T2} - S_{T1}), & S_{T1} < S_{niebla} < S_{T2} \\ 1, & S_{niebla} \geq S_{T2} \end{cases} \quad (2)$$

Dos umbrales satisfacen $S_{T1} < S_{T2}$, el segundo coeficiente de ponderación ω_2 está entre 0 y 1, y dentro de un intervalo umbral $[S_{T1}, S_{T2}]$, cuanto mayor sea la neblina, mayor será ω_2 .

35 a continuación, se realiza la conversión de la gama de colores en la imagen de luz visible para obtener un componente de luminancia y un componente de crominancia de la imagen de luz visible. En este punto, la imagen de luz visible necesita convertirse de un dominio Bayer a un dominio RGB, y, a continuación, la imagen de luz visible se convierte del dominio RGB a un espacio de color (por ejemplo, HSV, YIQ, YUV, Lab y similares) en el que se separan la luminancia y la crominancia, para obtener la componente de luminancia y el componente de crominancia de la imagen de luz visible.

a continuación, se obtiene una imagen de brillo de luz visible del componente de luminancia de la imagen de luz visible, y se realiza la estratificación de la imagen en la imagen de brillo de luz visible y la imagen infrarroja para obtener una capa de baja frecuencia de la imagen de brillo de luz visible, una capa de detalle de la imagen de brillo de luz visible y una capa de detalle de la imagen infrarroja.

Se fusiona el componente de luminancia de luz visible y la imagen infrarroja para obtener un componente de luminancia de la imagen fusionada utilizando el primer coeficiente de ponderación mencionado anteriormente, el segundo coeficiente de ponderación, la capa de baja frecuencia de la imagen de brillo de luz visible, la capa de detalle de la imagen de brillo de luz visible y la capa de detalle de la imagen infrarroja.

- 5 Una fórmula de cálculo del componente de luminancia de la imagen fusionada es la siguiente.

$$c = \max(\omega_1, \omega_2),$$

$$D_{comb} = c \cdot D_{IR} + (1 - c) \cdot D_{visY},$$

$$Y_{comb} = B_{visY} + D_{comb}. \quad (3)$$

- 10 En la fórmula anterior, B_{visY} y D_{visY} son la capa de baja frecuencia y la capa de detalle del componente de luminancia de la imagen de luz visible por separado, D_{IR} es la capa de detalle de la imagen infrarroja, Y_{comb} es el componente de luminancia de la imagen fusionada, y los coeficientes de síntesis ω_1 y ω_2 se calculan a partir de la fórmula (1) y la fórmula (2) por separado. A través de la estratificación y la síntesis de la capa de detalle de la imagen mencionada anteriormente, se puede evitar en la medida de lo posible un problema de distorsión de brillo y color de la imagen sintetizada causado por características de escala de grises inconsistentes de la imagen infrarroja y la imagen de luz visible, mejorando un efecto de la imagen fusionada.

Finalmente, la imagen fusionada se obtiene a través de la conversión de la gama de colores usando el componente de luminancia de la imagen fusionada y el componente de crominancia de la imagen de luz visible.

- 20 El algoritmo de fusión de imágenes mencionado anteriormente también puede ser compatible con la mejora del efecto de imagen de escenas tales como poca iluminación y días con neblina. Cuando la iluminación ambiental es demasiado baja o la neblina ambiental es demasiado alta, la contribución de los componentes infrarrojos en la imagen fusionada se puede aumentar de forma adaptativa para mejorar la relación de señal a ruido. Para el problema de la inconsistencia de las características de la escala de grises entre la imagen infrarroja y la imagen de luz visible, los problemas de brillo local y distorsión del color de la imagen fusionada pueden evitarse a través de la estratificación de la imagen y la síntesis de la capa de detalle, obteniendo una imagen fusionada más delicada y real.

- 25 En resumen, el sistema de cámara de doble espectro basándose en el sensor único y el método de procesamiento de imágenes provisto en la realización de la presente invención pueden simplificar una estructura óptica del sistema de cámara de doble espectro, facilitando de esta manera la miniaturización del aparato de cámara, reduciendo el coste, y mejorando el efecto de la imagen.

- 30 A menos que se indique lo contrario, los elementos, las etapas relativas en las etapas, las expresiones numéricas y los valores numéricos expuestos en las realizaciones no limitan el alcance de la presente invención.

- 35 En todos los ejemplos ilustrados y descritos en la presente memoria, cualquier valor particular debe interpretarse únicamente como un ejemplo y no como una limitación y, por lo tanto, otros ejemplos de realizaciones ilustrativas pueden tener valores diferentes. La realización uno y la realización dos mencionadas anteriormente tampoco son una realización relativamente independiente, y las características técnicas en la realización uno y la realización dos mencionadas anteriormente también pueden fusionarse entre sí.

- 40 Los diagramas de flujo y diagramas de bloques de los dibujos ilustran la posible implementación de arquitecturas, funciones y operaciones de los sistemas, métodos y productos de programas informáticos según múltiples realizaciones de la presente invención. En este sentido, cada bloque en un diagrama de flujo o diagrama de bloques puede representar un módulo, un segmento de programa o parte de códigos que contienen una o más instrucciones ejecutables para implementar funciones lógicas específicas. Cabe señalar que, en algunas implementaciones alternativas, las funciones indicadas en el bloque pueden tomar un orden diferente al indicado en los dibujos. Por ejemplo, dos bloques secuenciales, de hecho, pueden ejecutarse sustancialmente al mismo tiempo o, a veces, ejecutarse en orden inverso, lo que depende de las funciones implicadas. Cabe señalar que, cada bloque de los diagramas de bloques y/o diagramas de flujo, y las combinaciones de bloques en los diagramas de bloques y/o diagramas de flujo pueden implementarse mediante sistemas basados en hardware de propósito específico que realizan funciones o acciones específicas, o combinaciones de hardware de propósito específico e instrucciones informáticas.

- 45 Además, en la descripción de las realizaciones de la presente invención, a menos que se especifique y defina expresamente lo contrario, términos y expresiones como "montados", "conectados entre sí", "conectados" deben entenderse en un sentido amplio, por ejemplo, como conectados fijamente, conectados de forma separable o conectados integralmente; conectados mecánicamente o conectados eléctricamente; conectados directamente o conectados indirectamente a través de un medio intermedio; o conectados internamente entre dos elementos. Para los expertos en la técnica, el término mencionado anteriormente en la presente invención puede entenderse dependiendo de contextos específicos.

- 55 En la descripción de la presente invención, cabe señalar que las relaciones de orientación o posición indicadas por los

términos "centro", "arriba", "abajo", "izquierda", "derecha", "vertical", "horizontal", "interior", "exterior" y similares se basan en las relaciones de orientación o posición ilustradas en los dibujos, que tienen el mero propósito de facilitar y simplificar la descripción de la presente invención, y estas relaciones no indican ni implican que el dispositivo o componente al que se hace referencia tiene una orientación específica y está construido y se opera en una orientación específica y, por lo tanto, no debe entenderse como una limitación de la presente invención. Además, términos como "primero", "segundo" y "tercero" son meramente para propósitos de ilustración y no deben entenderse como que indican o implican una importancia relativa.

Finalmente, cabe señalar que, las realizaciones mencionadas anteriormente son únicamente implementaciones específicas y se usan para describir la solución técnica de la presente invención, pero no para limitar la presente invención, y el alcance de la protección de la presente invención no se limita a lo mismo. Aunque la presente invención se ha descrito en detalle con referencia a las realizaciones mencionadas anteriormente, los expertos en la técnica deben entender que cualquier experto en la técnica puede, dentro del alcance de la descripción de la presente invención, realizar modificaciones o pensar fácilmente cambios en las soluciones técnicas descritas en las realizaciones mencionadas anteriormente, o hacer sustituciones equivalentes a parte de las características técnicas en las mismas.

Por lo tanto, el alcance de la protección de la presente invención está sujeto al alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Aplicabilidad industrial

En el sistema de cámara de doble espectro basado en el sensor único y el método de procesamiento de imágenes proporcionado en las realizaciones de la presente invención, el sistema de cámara de doble espectro basado en el sensor único incluye la lente, el sensor de imagen y el módulo lógico de separación de luz y el módulo de fusión de imágenes que se conectan secuencialmente al sensor de imagen. El sensor de imagen incluye las células fotosensibles RGB y las células fotosensibles IR, donde la capa de filtro de recorte de infrarrojos está dispuesta en la ruta de entrada de luz de las células fotosensibles RGB. El sensor de imagen recibe la luz incidente que entra a través de la lente para generar la imagen original y envía la imagen original al módulo lógico de separación de luz. El módulo lógico de separación de luz convierte y separa la imagen original en la imagen de luz visible y la imagen infrarroja, y envía la imagen de luz visible y la imagen infrarroja al módulo de fusión de imágenes para generar la imagen fusionada. Por lo tanto, la estructura óptica del sistema de cámara de doble espectro se vuelve más sencilla, facilitando de esta manera la miniaturización del aparato de cámara y reduciendo el coste.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de cámara de doble espectro basado en un solo sensor, que comprende:

una lente (11), un sensor (12) de imagen y un módulo (13) lógico de separación de luz y un módulo (14) de fusión de imágenes que están conectados secuencialmente al sensor (12) de imagen,

5 en donde el sensor (12) de imagen comprende células (121) fotosensibles rojo-verde-azul, RGB, y células (122) fotosensibles de radiación infrarroja, IR, y una capa (25) de filtro de recorte infrarrojo está dispuesta en una ruta de entrada de luz de las células (121) fotosensibles RGB;

el sensor (12) de imagen está configurado para recibir luz incidente que entra a través de la lente (11) para generar una imagen original y enviar la imagen original al módulo (13) lógico de separación de luz; y

10 el módulo (13) lógico de separación de luz está configurado para convertir y separar la imagen original en una imagen de luz visible y una imagen infrarroja, y enviar la imagen de luz visible y la imagen infrarroja al módulo (14) de fusión de imágenes para generar una imagen fusionada;

caracterizado por que, el módulo (14) de fusión de imágenes está configurado para:

15 estimar un valor relativo de iluminancia ambiental basándose en la imagen de luz visible y emitir un primer coeficiente de ponderación ω_1 ;

estimar un valor relativo de neblina ambiental basándose en la imagen de luz visible y emitir un segundo coeficiente de ponderación ω_2 ;

20 realizar la conversión de la gama de colores en la imagen de luz visible para obtener un componente de luminancia y un componente de crominancia de la imagen de luz visible, en donde la conversión de la gama de colores comprende convertir de un dominio Bayer a un dominio RGB y convertir del dominio RGB a un espacio de color en el que se separan luminancia y crominancia;

25 obtener una imagen de brillo de luz visible basándose en el componente de luminancia de la imagen de luz visible, y realizar la estratificación de imágenes en la imagen de brillo de luz visible y la imagen infrarroja para obtener una capa de baja frecuencia de la imagen de brillo de luz visible, una capa de detalle de la imagen de brillo de luz visible y una capa de detalle de la imagen infrarroja;

fusionar el componente de luminancia de luz visible con la imagen infrarroja para obtener un componente de luminancia de la imagen fusionada basándose en el primer coeficiente de ponderación ω_1 , el segundo coeficiente de ponderación ω_2 , la capa de baja frecuencia de la imagen de brillo de luz visible, la capa de detalle de la imagen de brillo de luz visible y la capa de detalle de la imagen infrarroja; y

30 obtener la imagen fusionada a través de la conversión de la gama de colores basándose en el componente de luminancia de la imagen fusionada y el componente de crominancia de la imagen de luz visible, en donde la conversión de la gama de colores comprende convertir del espacio de color en el que se separan la luminancia y la crominancia en el dominio RGB.

35 2. El sistema de cámara de doble espectro según la reivindicación 1, en donde la capa (25) de filtro de recorte de infrarrojos está dispuesta en una superficie de una microlente (11) de cada una de las células (121) fotosensibles RGB del sensor (12) de imagen.

3. El sistema de cámara de doble espectro según la reivindicación 1, en donde la capa (25) de filtro de recorte de infrarrojos está dispuesta en una superficie de un filtro de cada una de las células (121) fotosensibles RGB del sensor (12) de imagen.

40 4. El sistema de cámara de doble espectro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde una matriz de píxeles bidimensional del sensor (12) de imagen comprende una pluralidad de celdas de matriz de 4x4, cada una de la pluralidad de celdas de matriz de 4x4 comprende las células (121) fotosensibles RGB y las células (122) fotosensibles IR;

45 en donde el módulo (13) lógico de separación de luz está configurado para generar un componente de imagen de luz visible unitario correspondiente a cada una de la pluralidad de celdas de matriz de 4x4 basándose en los datos recopilados por las células (121) fotosensibles RGB en esta celda de matriz de 4x4, y generar la imagen de luz visible basándose en una pluralidad de componentes de imagen de luz visible unitarios que se obtienen, en donde el componente de imagen de luz visible unitario comprende la celda de matriz de 2x2; y

50 el módulo (13) lógico de separación de luz está configurado además para generar píxeles infrarrojos correspondientes a cada una de la pluralidad de celdas de matriz de 4x4 basándose en los datos recopilados por las células (122) fotosensibles IR en esta celda de matriz de 4x4, y generar la imagen infrarroja basándose en una pluralidad de píxeles infrarrojos que se obtienen.

5. El sistema de cámara de doble espectro según la reivindicación 4, en donde el módulo (13) lógico de separación de luz está configurado para: sumar o promediar valores de píxeles de color en cada una de una pluralidad de celdas de matriz unitaria de cada una de la pluralidad de celdas de matriz de 4x4 en la imagen original para obtener píxeles de color, y combinar los píxeles de color para obtener el componente de imagen de luz visible unitario correspondiente a esta celda de matriz de 4x4, en donde la celda de matriz unitaria comprende la celda de matriz de 2x2; sumar o promediar los valores de los píxeles IR en cada una de la pluralidad de celdas de matriz unitaria de cada una de la pluralidad de celdas de matriz de 4x4 en la imagen original para obtener píxeles IR, y combinar los píxeles IR para obtener un componente de imagen infrarroja unitario correspondiente a esta celda de matriz de 4x4, en donde el componente de imagen infrarroja unitario comprende la celda de matriz de 2x2; y combinar los componentes de imagen de luz visible unitarios para obtener la imagen de luz visible, y combinar los componentes de imagen infrarroja unitarios para obtener la imagen infrarroja.
6. El sistema de cámara de doble espectro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde una matriz de píxeles bidimensional del sensor (12) de imagen está dispuesta periódicamente en celdas de matriz de 4x4, en donde cada una de las celdas de matriz de 4x4 comprende cuatro tipos de células de píxeles que incluyen R, G, B e IR, donde una relación de números de píxeles de R: G: B: IR es 2: 4: 2: 8.
7. El sistema de cámara de doble espectro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el sensor (12) de imagen está configurado para controlar los parámetros de exposición de las células (121) fotosensibles RGB y las células (122) fotosensibles IR por separado según un algoritmo de exposición automática de dos rutas.
8. El sistema de cámara de doble espectro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además un módulo (51) de procesamiento de imágenes configurado para calcular los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado según un algoritmo de exposición automática de dos rutas, y controlar el sensor (11) de imagen para actualizar los parámetros de exposición de las células (121) fotosensibles RGB y las células (122) fotosensibles IR por separado para obtener una nueva imagen original.
9. El sistema de cámara de doble espectro según la reivindicación 8, en donde
- el módulo (13) lógico de separación de luz está configurado además para obtener información de brillo de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado para generar datos estadísticos de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja, después de descomponer la imagen original en la imagen de luz visible y la imagen infrarroja; y
- el módulo (51) de procesamiento de imágenes está configurado para calcular los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado basándose en el algoritmo de exposición automática de dos rutas y los datos estadísticos.
10. Un método de procesamiento de imágenes, aplicado a una cámara que comprende un sensor (12) de imagen, un módulo (13) lógico de separación de luz y un módulo (14) de fusión de imágenes, en donde el sensor (12) de imagen comprende células (121) fotosensibles rojo-verde-azul, RGB, y células (122) fotosensibles de radiación infrarroja, IR, comprendiendo el método de procesamiento de imágenes:
- recibir (S601), por el sensor (12) de imagen, luz incidente y generar una imagen original;
- enviar (S602) la imagen original al módulo (13) lógico de separación de luz, y convertir y separar, por el módulo (13) lógico de separación de luz, la imagen original en una imagen de luz visible y una imagen infrarroja; y
- enviar (S603) la imagen de luz visible y la imagen infrarroja al módulo (14) de fusión de imágenes, y generar una imagen fusionada por el módulo (14) de fusión de imágenes;
- caracterizado por que, la operación de generar la imagen fusionada por el módulo (14) de fusión de imágenes comprende:
- estimar un valor relativo de iluminancia ambiental basándose en la imagen de luz visible y emitir un primer coeficiente de ponderación ω_1 ;
- estimar un valor relativo de neblina ambiental basándose en la imagen de luz visible y emitir un segundo coeficiente de ponderación ω_2 ;
- realizar la conversión de la gama de colores en la imagen de luz visible para obtener un componente de luminancia y un componente de crominancia de la imagen de luz visible, en donde la conversión de la gama de colores comprende convertir de un dominio Bayer a un dominio RGB y convertir del dominio RGB a un espacio de color en el que se separan luminancia y crominancia;
- obtener una imagen de brillo de luz visible basándose en el componente de luminancia de la imagen de luz visible, y realizar la estratificación de imágenes en la imagen de brillo de luz visible y la imagen infrarroja para obtener una capa de baja frecuencia de la imagen de brillo de luz visible, una capa de detalle de la imagen de brillo de luz visible y una capa de detalle de la imagen infrarroja;

fusionar el componente de luminancia de luz visible con la imagen infrarroja para obtener un componente de luminancia de la imagen fusionada basándose en el primer coeficiente de ponderación, el segundo coeficiente de ponderación, la capa de baja frecuencia de la imagen de brillo de luz visible, la capa de detalle de la imagen de brillo de luz visible y la capa de detalle de la imagen infrarroja; y

- 5 obtener la imagen fusionada a través de la conversión de la gama de colores basándose en el componente de luminancia de la imagen fusionada y el componente de crominancia de la imagen de luz visible, en donde la conversión de la gama de colores comprende convertir del espacio de color en el que se separan la luminancia y la crominancia en el dominio RGB.

- 10 11. El método de procesamiento de imágenes según la reivindicación 10, en donde la cámara comprende además un módulo (51) de procesamiento de imágenes configurado para ejecutar un algoritmo de exposición automática de dos rutas, y un circuito de exposición doble está dispuesto en el sensor de imagen y configurado para controlar los parámetros de exposición de las células (121) fotosensibles RGB y las células (122) fotosensibles IR por separado, en donde

la operación de recibir (S601) por el sensor (12) de imagen la luz incidente y generar la imagen original comprende:

- 15 recibir, por el módulo (13) lógico de separación de luz, una imagen original de un fotograma anterior enviado por el sensor (12) de imagen, y descomponer la imagen original en la imagen de luz visible y la imagen infrarroja;

calcular los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado según el algoritmo de exposición automática de dos rutas; y

- 20 controlar, por el sensor (12) de imagen, las células (121) fotosensibles RGB y las células (122) fotosensibles IR según los parámetros de exposición para generar una imagen original de un fotograma actual.

12. El método de procesamiento de imágenes según la reivindicación 11, en donde la operación de calcular los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado según el algoritmo de exposición automática de dos rutas comprende:

obtener información de brillo de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado para

- 25 generar datos estadísticos de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja, y calcular los parámetros de exposición de la imagen de luz visible y la imagen infrarroja por separado basándose en los datos estadísticos y el algoritmo de exposición automática de dos rutas.

13. El método de procesamiento de imágenes según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en donde

- 30 la operación de convertir y separar por el módulo (13) lógico de separación de luz la imagen original en la imagen de luz visible y la imagen infrarroja comprende:

- 35 sumar o promediar valores de píxeles de color en cada una de una pluralidad de celdas de matriz unitaria de cada una de la pluralidad de celdas de matriz de 4x4 en la imagen original para obtener píxeles de color, y combinar los píxeles de color para obtener un componente de imagen de luz visible unitario correspondiente a esta celda de matriz de 4x4, en donde la celda de matriz unitaria comprende la celda de matriz de 2x2, y en donde el componente de imagen de luz visible unitario comprende la celda de matriz de 2x2;

sumar o promediar los valores de los píxeles IR en cada una de la pluralidad de celdas de matriz unitaria de cada una de la pluralidad de celdas de matriz 4x4 en la imagen original para obtener píxeles IR, y combinar los píxeles IR para obtener un componente de imagen infrarroja unitario correspondiente a esta celda de matriz de 4x4, en donde el componente de imagen infrarroja unitario comprende la celda de matriz de 2x2; y

- 40 combinar los componentes de imagen de luz visible unitarios para obtener la imagen de luz visible, y combinar los componentes de imagen infrarroja unitarios para obtener la imagen infrarroja.

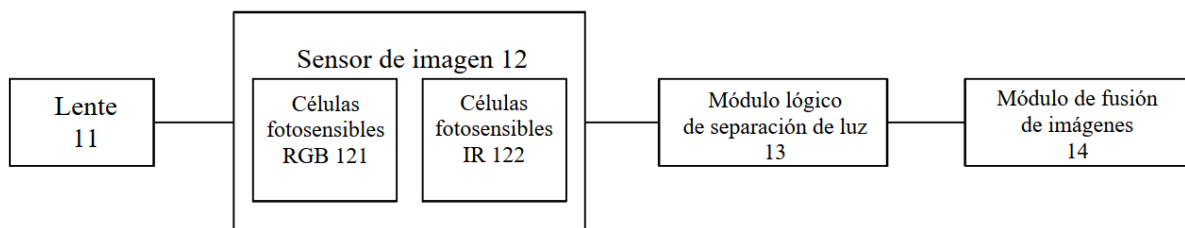


FIG. 1

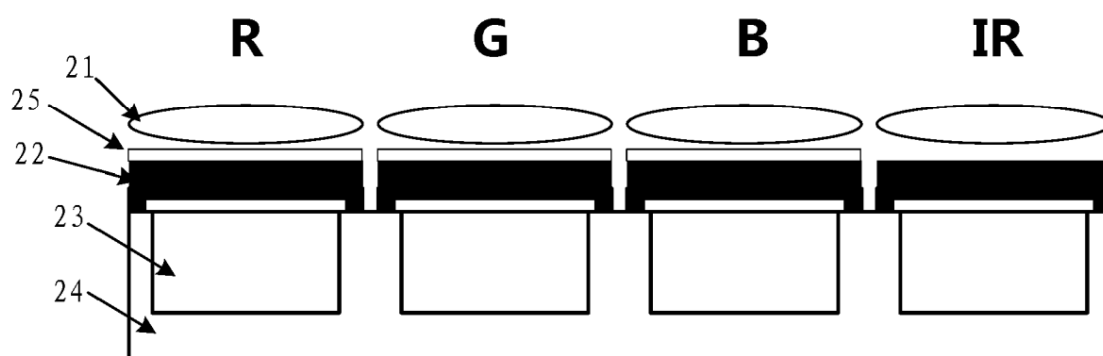


FIG. 2

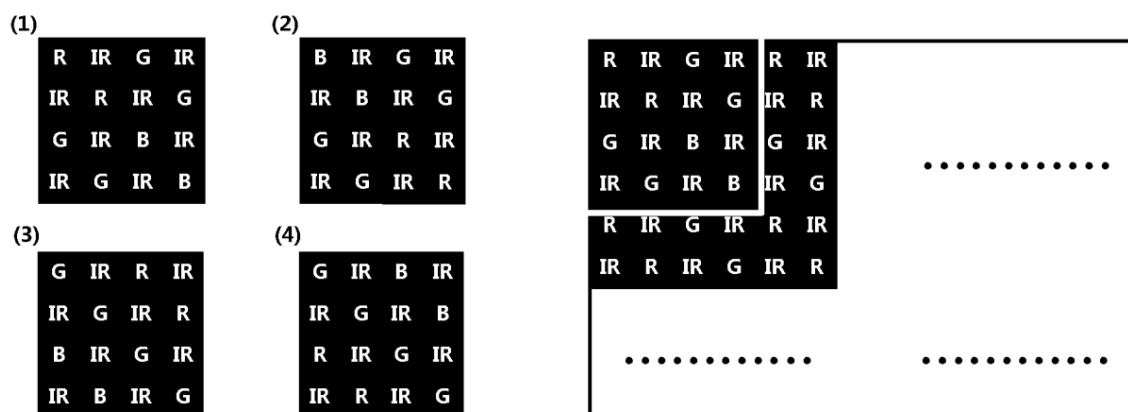


FIG. 3

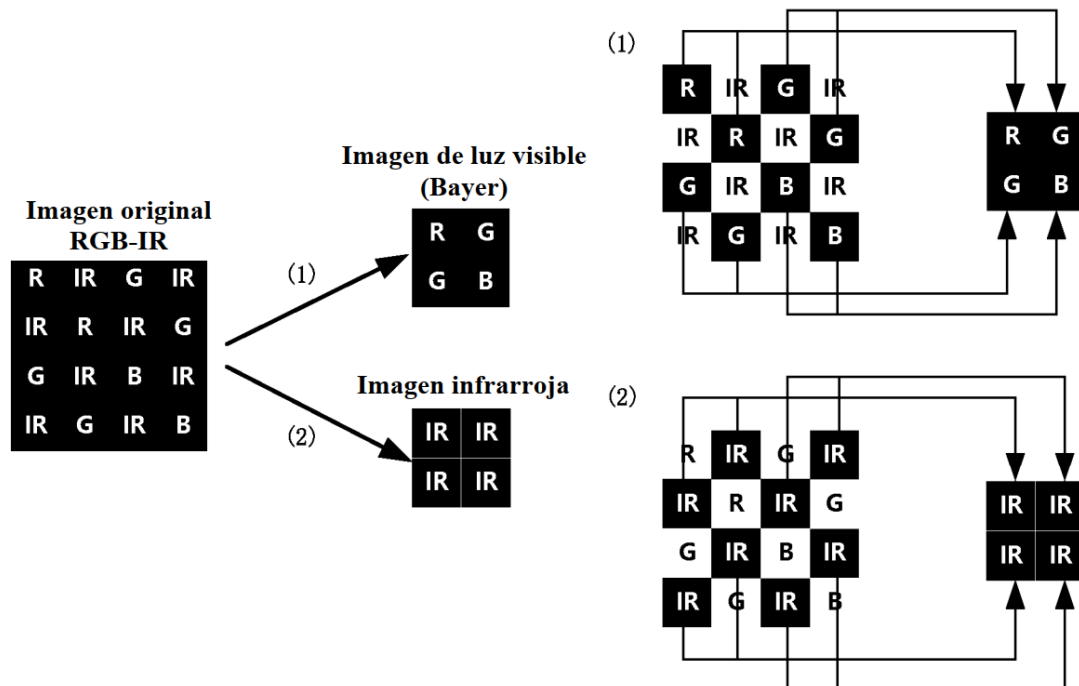


FIG. 4

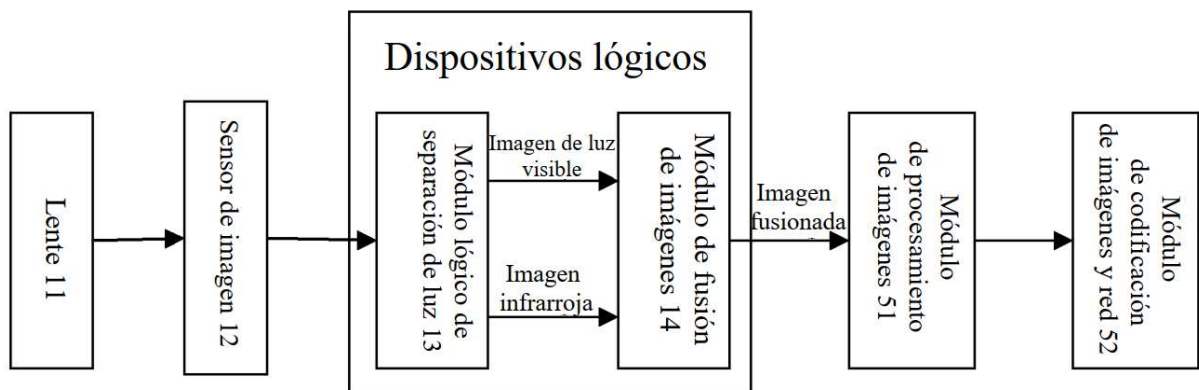


FIG. 5

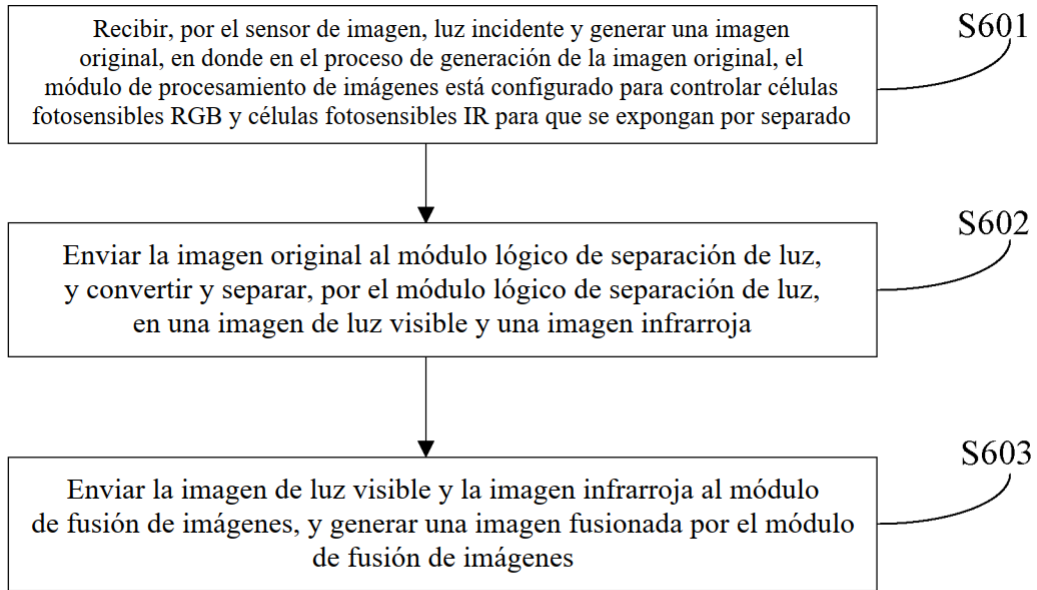


FIG. 6

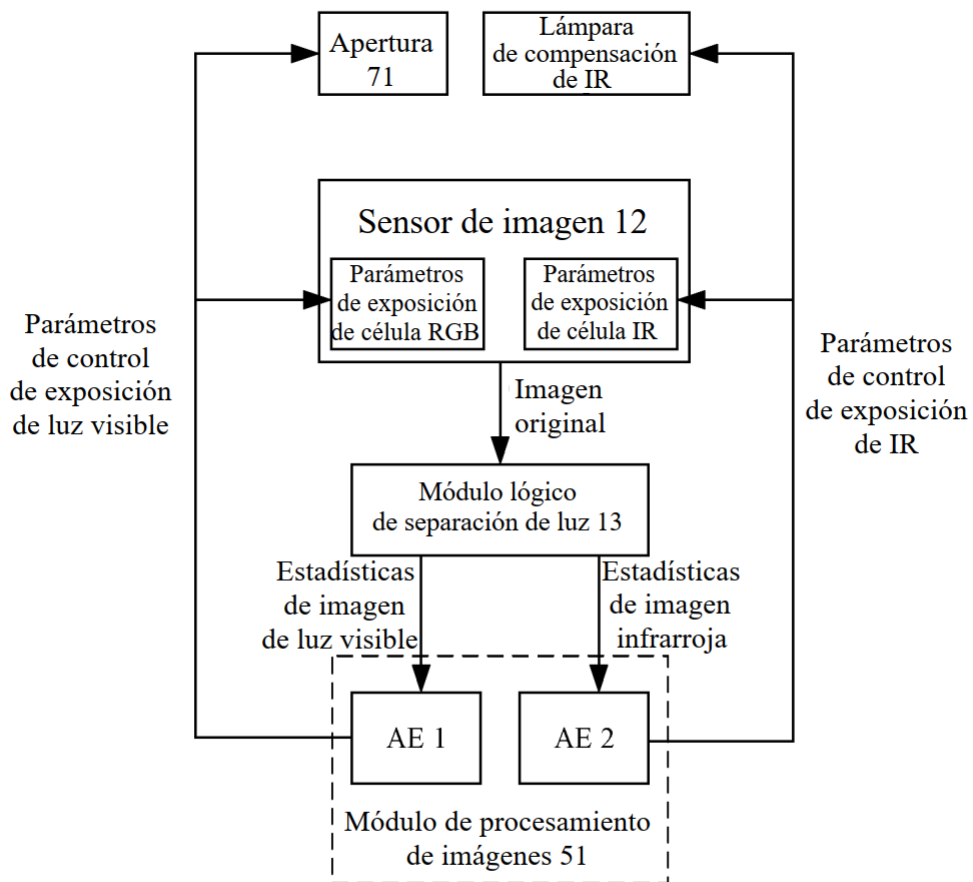


FIG. 7