

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 354**

51 Int. Cl.:

G01J 3/28 (2006.01)

G01J 3/36 (2006.01)

G01J 3/51 (2006.01)

G01C 11/02 (2006.01)

H04N 9/04 (2006.01)

H04N 9/09 (2006.01)

H01L 31/0216 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2011 E 11736078 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.09.2014 EP 2622314**

54 Título: **Sistema de cámara digital multiespectral con al menos dos cámaras digitales independientes**

30 Prioridad:

28.09.2010 DE 102010041569

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

05.12.2014

73 Titular/es:

**LEICA GEOSYSTEMS AG (100.0%)
Heinrich-Wild-Strasse 201
9435 Heerbrugg, CH**

72 Inventor/es:

**TIMM, MARTIN y
WELZENBACH, MARTIN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 524 354 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 digital multiespectral con al menos dos cámaras digitales independientes

5 La invención se refiere a un sistema de cámara digital con al menos dos cámaras digitales independientes según el tipo definido en más detalle en el preámbulo de la reivindicación 1. La invención se refiere también a un elemento de filtro de color y a un procedimiento para determinar desviaciones de los tiempos de exposición y/o de las cantidades de luz captadas entre al menos dos cámaras digitales independientes de un sistema de cámara digital y a un procedimiento para restablecer un balance de color para un sistema de cámara digital. Además, la invención
10 también se refiere a una unidad de procesamiento de imágenes de un sistema de cámara.

En el documento DE 10 2005 045 036 A1 se indican una cámara multiespectral y un procedimiento para generar informaciones de imagen con una cámara multiespectral. Estado de la técnica adicional es conocido por ISPRS Archives - vol. XXXIII, parte B1 (2000), pág. 82-88, Diener *et al.*: "*Radiometric Normalisation and Color Composite Generation of the DMC*".
15

En sistemas de cámara digitales con varios cabezales de cámara o cámaras independientes, que tienen obturadores y sensores digitales correspondientes para la definición de la cantidad de luz a captar o del tiempo de exposición, pueden aparecer desviaciones entre las cámaras individuales debido a dispersiones del comportamiento de obturador y sensor que se deben a la fabricación.
20

En una cámara multiespectral en la que los cabezales de cámara individuales o separados o independientes captan respectivamente luz en diferentes intervalos espectrales o intervalos de longitud de onda que se separan por elementos de filtro de color correspondientes conectados aguas arriba, en particular mediante una captura de imagen simultánea o síncrona por todos los cabezales de cámara de una imagen de la misma escena, combinándose las señales de imagen posteriormente de modo que forman una imagen multiespectral, se debería producir, a ser posible, la misma cantidad de luz o el mismo tiempo de exposición en la captura de imagen para todos los cabezales de cámara independientes. Por tanto, las desviaciones o tolerancias anteriormente mencionadas que se deben a los tiempos de exposición ligeramente diferentes de los cabezales de cámara individuales pueden conducir, de manera desventajosa, a dominantes de color en la imagen multiespectral.
25
30

Por la práctica es conocido realizar con sensores de posición o similares mediciones aproximadas con respecto a los tiempos de exposición reales de los cabezales de cámara individuales y calcular ya a partir de ello de manera aproximada un balanceado de color necesario. Sin embargo, debido a las diferentes cantidades de luz o informaciones de imagen que se deben a los diferentes canales de color o filtros de color de las cámaras individuales, no se pueden realizar estimaciones más exactas.
35

La presente invención se basa en el objetivo de mejorar adicionalmente un sistema de cámara digital del tipo mencionado al inicio con respecto al balanceado de color de las imágenes captadas.
40

Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante las características indicadas en la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención se propone un sistema de cámara digital con al menos dos cámaras digitales independientes que detectan señales de imagen en diferentes intervalos espectrales de banda estrecha, teniendo las al menos dos cámaras digitales independientes respectivamente al menos un sensor de imagen digital plano separado, preferiblemente un sensor CCD o un sensor CMOS, y al menos un elemento de filtro de color dispuesto en la dirección de la luz entrante por delante del al menos un sensor de imagen digital plano o conectado aguas arriba del sensor de imagen digital plano, que corresponde al respectivo intervalo espectral de banda estrecha, con al menos una región de filtrado, y teniendo el al menos un elemento de filtro de color adicionalmente al menos una región neutra o una región de densidad neutra que es permeable a la luz en un intervalo espectral que comprende al menos los diferentes intervalos espectrales de banda estrecha de las al menos dos cámaras digitales independientes, en particular en un intervalo espectral pancromático, y que está asignada a una determinada región de píxeles neutra, en particular no usada, del al menos un sensor de imagen digital plano asociado.
45
50

De manera ventajosa, la región neutra del elemento de filtro de color deja pasar luz en el espectro de longitudes de onda global necesario sin modificación o tiene un grado de transmisión muy alto en el espectro de longitudes de onda necesario, por ejemplo, de al menos un 95 %. Por tanto, las cámaras digitales independientes reciben por esta región neutra el mismo tipo y la misma cantidad de luz, ya que la característica de filtro de la región neutra o de la región de densidad neutra está configurada fundamentalmente del mismo modo en todas las cámaras independientes. Debido a que la región neutra del elemento de filtro de color está asignada ahora a una determinada región de píxeles neutra, en particular no usada, del al menos un sensor de imagen digital plano asociado, o está dispuesta sobre ésta, en las diferentes cámaras digitales independientes incide ahora exactamente la misma cantidad de luz para la información de imagen. Si en caso de una captura de imagen síncrona de todas las cámaras digitales independientes aparecen desviaciones en las regiones de píxeles neutras o no usadas, éstas no se deben a los diferentes canales de color, sino a diferentes velocidades de obturación u otras tolerancias, en particular tolerancias mecánicas. Por consiguiente, se puede realizar un cálculo de compensación correspondiente durante el
55
60
65

procesamiento de imágenes, atenuándose de manera correspondiente partes de color demasiado intensas o realizándose una normalización o similares.

5 Es especialmente ventajoso cuando el sensor de imagen digital plano tenga una región de píxeles no usada de todas formas por la aplicación que se puede utilizar como región neutra. A este respecto, la región de píxeles neutra debería tener un tamaño suficiente (por ejemplo, de 2.000 píxeles o similares), ya que entre las diferentes regiones del elemento de filtro de color también debería estar prevista una región de transición de un tamaño correspondiente (entre los diferentes tipos de vidrio).

10 Las al menos dos cámaras digitales independientes pueden tener respectivamente un obturador separado y/o un objetivo separado. En una disposición de este tipo, las medidas de acuerdo con la invención resultan especialmente ventajosas, ya que se pueden producir desviaciones más intensas de los tiempos de exposición y/o de las cantidades de luz captadas entre las al menos dos cámaras digitales independientes.

15 Las al menos dos cámaras digitales independientes pueden estar dispuestas de tal modo entre sí que, al menos aproximadamente, se puede captar la misma escena en los diferentes intervalos espectrales de banda estrecha de las al menos dos cámaras digitales independientes y se puede combinar a partir de las señales de imagen de los diferentes canales de color o intervalos espectrales de banda estrecha una imagen multiespectral de la escena o de las señales de imagen detectadas.

20 Las al menos dos cámaras digitales independientes pueden tener propiedades de captura fundamentalmente del mismo tipo, con excepción de sus respectivos elementos de filtro de color que corresponden a las diferentes sensibilidades de color o intervalos espectrales de banda estrecha y/o pueden tener fundamentalmente el mismo diseño, estando realizados del mismo modo sus sensores de imagen digitales planos, sus obturadores separados
25 dado el caso existentes y/o sus objetivos.

Es ventajoso cuando el al menos un elemento de filtro de color tenga dos regiones neutras en forma de banda en lados opuestos de la región de filtrado. El uso de varias regiones de filtrado neutras diferentes posibilita una
30 compensación mejorada o más exacta de las desviaciones ópticas.

El sistema de cámara digital puede estar configurado como sistema de cámara multiespectral con cuatro cámaras digitales independientes que comprende

- 35 - una primera cámara digital independiente con un primer elemento de filtro de color que es permeable a la luz en un intervalo espectral con longitudes de onda de aproximadamente 600 nm a aproximadamente 700 nm o para luz roja,
- una segunda cámara digital independiente con un segundo elemento de filtro de color que es permeable a la luz en un intervalo espectral con longitudes de onda de aproximadamente 500 nm a aproximadamente 600 nm o para luz verde,
- 40 - una tercera cámara digital independiente con un tercer elemento de filtro de color que es permeable a la luz en un intervalo espectral con longitudes de onda de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 500 nm o para luz azul, y
- una cuarta cámara digital independiente con un cuarto elemento de filtro de color que es permeable a la luz en un intervalo espectral con longitudes de onda de aproximadamente 700 nm a aproximadamente 900 nm o para
45 luz infrarroja cercana.

Los elementos de filtro de color primero, segundo, tercero y cuarto pueden tener respectivamente una región neutra que es permeable a la luz en un intervalo espectral de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 900 nm. De este modo, toda la región espectral de los elementos de filtro de color está abarcada por las regiones neutras de los
50 elementos de filtro de color.

El sistema de cámara digital se puede emplear como sistema de cámara digital multiespectral para la fotogrametría para captar imágenes aéreas desde aviones.

55 En la reivindicación 9 se indica un elemento de filtro de color para al menos un sensor de imagen digital plano.

En la reivindicación 10 se indica un procedimiento para determinar desviaciones de los tiempos de exposición y/o de las cantidades de luz captadas entre al menos dos cámaras digitales independientes de un sistema de cámara digital, en particular en caso de una captura de imagen síncrona de las al menos dos cámaras independientes,
60 preferiblemente de la misma escena, comparándose entre sí, una vez realizada la captura de imagen síncrona, las cantidades de luz captadas en las respectivas regiones de píxeles neutras de los sensores de imagen digitales planos de las al menos dos cámaras digitales independientes.

En la reivindicación 11 se indica un procedimiento para ajustar un balance de color para un sistema de cámara digital, determinándose las desviaciones de los tiempos de exposición y/o de las cantidades de luz captadas entre las al menos dos cámaras digitales independientes del sistema de cámara digital, después de lo cual, en el

5 procesamiento de una imagen de la misma escena, captada de manera síncrona por los al menos dos sistemas de cámara digitales independientes en los respectivos intervalos espectrales de banda estrecha o canales de color diferentes, se realiza un cálculo de compensación de modo que los respectivos intervalos espectrales de banda estrecha respectivamente se mantienen inalterados, se atenúan o se amplifican, es decir, se normalizan, de manera correspondiente a las desviaciones previamente determinadas.

Además, en la reivindicación 12 se indica una unidad de procesamiento de imágenes de un sistema de cámara digital.

10 Configuraciones y perfeccionamientos ventajosos de la invención resultan de las reivindicaciones dependientes. A continuación se indica mediante el dibujo en principio un ejemplo de realización de la invención.

Muestran:

15 La figura 1 una representación esquemática de un sistema de cámara multispectral de acuerdo con la invención con cuatro cámaras digitales independientes;

La figura 2 una representación esquemática de una cámara digital independiente del sistema de cámara digital multispectral de acuerdo con la invención de la figura 1;

20 La figura 3 una representación esquemática de un elemento de filtro de color; y

La figura 4 una representación esquemática de una disposición de cuatro elementos de filtro de color en el sistema de cámara digital multispectral de acuerdo con la invención.

25 El sistema de cámara digital, en particular multispectral, de acuerdo con la invención se emplea a continuación como aparato fotogramétrico de captura de imágenes aéreas para captar imágenes aéreas desde aviones (no mostrado). En ejemplos de realización adicionales, no representados, el sistema de cámara digital de acuerdo con la invención se puede utilizar también, por ejemplo, en un microscopio o similares.

30 La figura 1 muestra un aparato fotogramétrico de captura de imágenes aéreas 1 con un sistema de cámara digital multispectral 2 de acuerdo con la invención con cuatro cámaras digitales independientes 3.1 a 3.4 que detectan señales de imagen en diferentes intervalos espectrales de banda estrecha y las retransmiten a una unidad de procesamiento de imágenes 4. La unidad de procesamiento de imágenes 4 transmite a continuación las señales a una unidad de almacenamiento de imágenes 5. Adicionalmente, el sistema de cámara digital 2 de acuerdo con la invención puede tener una cámara digital independiente pancromática de alta resolución 3.5 (indicada con líneas discontinuas), estando las cámaras digitales independientes 3.1 a 3.4 realizadas con una resolución baja.

40 La disposición de las cámaras digitales independientes 3.1 a 3.5 en el sistema de cámara digital 2 de acuerdo con la invención se representa de manera muy simplificada en la figura 1 y se diferencia fundamentalmente de la disposición real de las cámaras digitales independientes 3.1 a 3.5.

45 Las cuatro cámaras digitales independientes 3.1 a 3.4 están dispuestas de tal modo entre sí que al menos aproximadamente se puede captar la misma escena en sus diferentes intervalos espectrales de banda estrecha y se puede calcular a partir de las señales de imagen de los diferentes intervalos espectrales de banda estrecha una imagen multispectral de la escena, en particular en la unidad de procesamiento de imágenes 4. En la combinación se puede emplear opcionalmente también la cámara pancromática digital independiente 3.5.

50 En la figura 2 se representa una cámara digital independiente individual 3.1 a 3.4 del sistema de cámara digital 2 de acuerdo con la invención. A este respecto, la cámara digital independiente 3.1 a 3.4 tiene respectivamente un sensor de imagen digital plano 6 separado configurado como sensor CCD y un elemento de filtro de color 7.1 a 7.4 conectado aguas arriba del sensor de imagen digital plano 6, con una región de filtrado 7a.1 a 7a.4 para el respectivo intervalo espectral de banda estrecha (véanse también las figuras 3 y 4). En ejemplos de realización adicionales, el sensor de imagen digital 6 también puede estar configurado como sensor CMOS para el respectivo intervalo espectral de banda estrecha.

55 El elemento de filtro de color 7.1 a 7.4 tiene dos regiones neutras 7b que son permeables a la luz en un intervalo espectral ND que comprende al menos los diferentes intervalos espectrales de banda estrecha de las cuatro cámaras digitales independientes 3.1 a 3.4, en particular en un intervalo espectral pancromático. Las regiones neutras 7b o las regiones de densidad neutra del elemento de filtro de color 7.1 a 7.4 están asignadas a dos determinadas regiones de píxeles neutras 6b, en particular no usadas, del sensor de imagen digital plano 6 asociado. La región del sensor de imagen digital plano 6 usada para la captura de las señales de imagen de la escena para la imagen multispectral está provista del número de referencia 6a.

65 La cámara digital independiente 3.1 a 3.4 tiene un obturador separado 8a y un objetivo separado 8b, es decir, un sistema óptico separado. La escena 9 a captar se representa de manera simplificada en la figura 2. Tal como se

5 puede ver adicionalmente en la figura 2, el sensor de imagen digital 6 capta la escena 9. A este respecto, la región de píxeles 6a usada se ilumina con luz 10a que atraviesa la región de filtrado 7a.1 a 7a.4 del elemento de filtro de color 7.1 a 7.4. La región de filtrado 7a.1 a 7a.4 está configurada de modo que sólo es atravesada por luz con la longitud de onda correspondiente. Las regiones de píxeles 6b no usadas del sensor de imagen digital plano 6 se iluminan con luz 10b que atraviesa las regiones neutras 7b del elemento de filtro de color 7 asignadas a las regiones de píxeles 6b no usadas.

10 Las cuatro cámaras digitales independientes 3.1 a 3.4 tienen propiedades de captura fundamentalmente del mismo tipo, con excepción de sus respectivos elementos de filtro de color 7.1 a 7.4 que corresponden a los diferentes intervalos espectrales de banda estrecha y/o tienen fundamentalmente el mismo diseño, estando realizados fundamentalmente del mismo modo sus sensores de imagen digitales planos 6, sus obturadores separados 8a y sus objetivos 8b.

15 En la figura 3 se representa un elemento de filtro de color 7.1 con una región de filtrado 7a.1 que es permeable a la luz en un intervalo espectral rojo de banda estrecha R con longitudes de onda de aproximadamente 600 nm a aproximadamente 700 nm. En el caso de la figura 3 se trata de una vista desde arriba del elemento de filtro de color 7.1, mientras que en la figura 2 se muestra una vista lateral de un elemento de filtro de color 7.1 de este tipo. El elemento de filtro de color 7.1 tiene dos regiones neutras 7b en forma de banda en lados opuestos de la región de filtrado 7a.1. El elemento de filtro de color 7.1 también se puede denominar filtro de banda.

20 El elemento de filtro de color 7.1 para el sensor de imagen digital plano 6 tiene la región de filtrado 7a.1 para el primer intervalo espectral R de la luz a pasar y la región neutra 7b para el segundo intervalo espectral ND, en el que el segundo intervalo espectral ND de la región neutra 7b es más ancho que el primer intervalo espectral de banda estrecha R de la región de filtrado 7a.1 y comprende este último.

25 La figura 4 muestra una vista frontal del sistema de cámara digital 2 de acuerdo con la invención con cámaras digitales independientes 3.1 a 3.4 dispuestas de manera correspondiente unas al lado de otras, de las que en la figura 4 sólo se muestran sus respectivos elementos de filtro de color 7.1 a 7.4. Los sensores de imagen digitales planos 6 asociados están dispuestos por debajo de los elementos de filtro de color 7.1 a 7.4. Los obturadores 8a y objetivos 8b separados de las cámaras 3.1 a 3.4 tampoco se muestran en la figura 4. La primera cámara digital independiente 3.1 está provista de un primer elemento de filtro de color 7.1 que fundamentalmente sólo es permeable a la luz en el intervalo espectral R con longitudes de onda de aproximadamente 600 nm a aproximadamente 700 nm. La segunda cámara digital independiente 3.2 está provista del segundo elemento de filtro de color 7.2 que fundamentalmente sólo es permeable a la luz en un intervalo espectral G para luz verde con longitudes de onda de aproximadamente 500 nm a aproximadamente 600 nm. La tercera cámara digital independiente 3.3 está provista del tercer elemento de filtro de color 7.3 que fundamentalmente sólo es permeable a la luz en un intervalo espectral B para luz azul con longitudes de onda de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 500 nm. La cuarta cámara digital independiente 3.4 está provista de un cuarto elemento de filtro de color 7.4 que fundamentalmente sólo es permeable a la luz en un intervalo espectral NIR para luz infrarroja cercana con longitudes de onda de aproximadamente 700 nm a aproximadamente 900 nm. Los elementos de filtro de color primero, segundo, tercero y cuarto 7.1 a 7.4 tienen respectivamente una región neutra 7b que es permeable a la luz en una región espectral ND de aproximadamente 400 nm a 900 nm. Además, los elementos de filtro de color 7.1 a 7.4 tienen regiones de filtrado 7a.1 a 7a.4 correspondientes para los respectivos intervalos espectrales R, G, B, NIR. Dichos intervalos espectrales R, G, B, NIR son meramente ejemplares. En ejemplos de realización adicionales no representados entran en consideración aplicaciones cualesquiera con intervalos espectrales correspondientemente diferentes.

50 La unidad de procesamiento de imágenes 4 del sistema de cámara digital 2 está configurada para realizar un procedimiento para determinar desviaciones de los tiempos de exposición y/o de las cantidades de luz captadas entre las cámaras digitales independientes 3.1 a 3.4 del sistema de cámara digital 2, comparándose entre sí, en particular en caso de una captura de imagen síncrona de las cámaras digitales independientes 3.1 a 3.4, preferiblemente de la misma escena 9, una vez realizada la captura de imagen síncrona, las cantidades de luz captadas en las respectivas regiones de píxeles neutras 6b de los sensores de imagen digitales planos 6 de las cámaras digitales independientes 3.1 a 3.4.

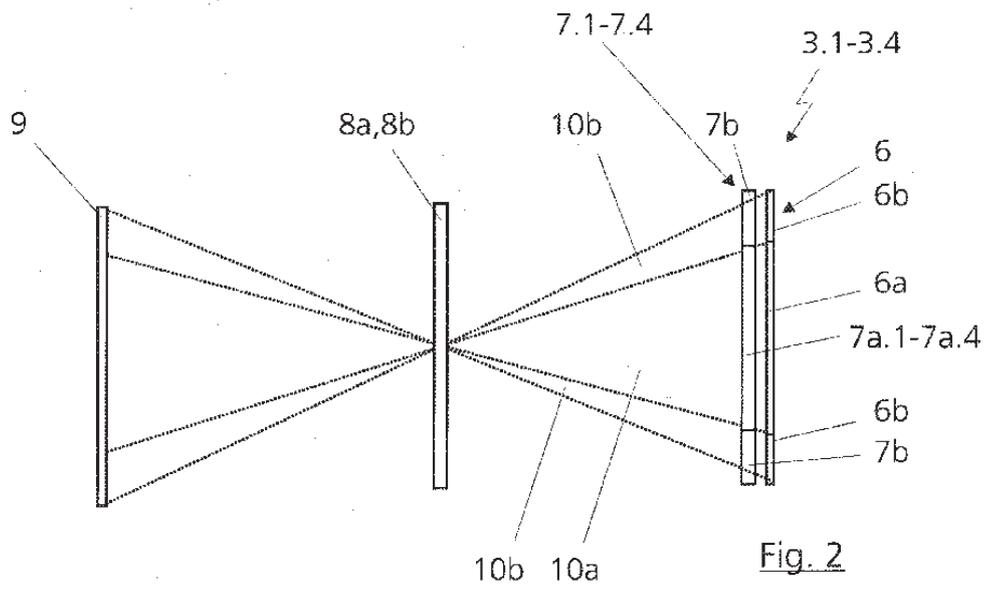
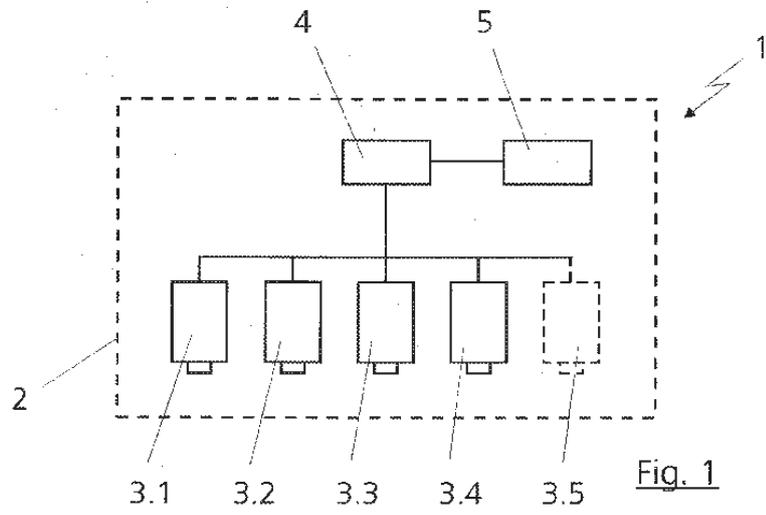
55 Además, la unidad de procesamiento de imágenes 4 del sistema de cámara digital 2 está configurada para realizar un procedimiento para ajustar un balance de color para el sistema de cámara digital 2, determinándose las desviaciones de los tiempos de exposición y/o de las cantidades de luz captadas entre las cuatro cámaras digitales independientes 3.1 a 3.4 del sistema de cámara digital 2 mediante el procedimiento anteriormente mencionado, después de lo cual, en el procesamiento de una imagen de la misma escena 9, captada de manera síncrona por las cuatro cámaras digitales independientes 3.1 a 3.4 en los respectivos intervalos espectrales de banda estrecha R, G, B, NIR diferentes, se realiza un cálculo de compensación de modo que las señales de imagen de los respectivos intervalos espectrales de banda estrecha R, G, B, NIR respectivamente se mantienen inalteradas, se atenúan o se amplifican de manera correspondiente a las desviaciones previamente determinadas y, por consiguiente, se realiza una normalización correspondiente de los canales de color R, G, B, NIR.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de cámara digital (2) con una unidad de procesamiento de imágenes (4) y con al menos dos cámaras digitales independientes (3.1-3.4) que detectan señales de imagen en diferentes intervalos espectrales de banda estrecha, que tienen respectivamente un obturador separado (8a) y/o un objetivo separado (8b) y que tienen respectivamente al menos un sensor de imagen digital plano (6) separado y al menos un elemento de filtro de color (7.1-7.4) conectado aguas arriba del al menos un sensor de imagen digital plano (6) que corresponde al respectivo intervalo espectral de banda estrecha, con al menos una región de filtrado (7a.1-7a.4) que tiene adicionalmente al menos una región neutra (7b) que es permeable a la luz en un intervalo espectral (ND) que comprende al menos los diferentes intervalos espectrales de banda estrecha de las al menos dos cámaras digitales independientes (3.1-3.4), y que está dispuesta sobre al menos una región de píxeles neutra determinada (6b) del al menos un sensor de imagen digital plano (6) asociado, estando la unidad de procesamiento de imágenes (4) configurada para realizar un procedimiento para ajustar un balance de color para el sistema de cámara digital (2), determinándose desviaciones de los tiempos de exposición y/o de las cantidades de luz entre las al menos dos cámaras digitales independientes (3.1-3.4) del sistema de cámara digital (2) con una captura de imagen sincrónica de la misma escena (9) de las al menos dos cámaras independientes (3.1-3.4), comparándose entre sí, una vez realizada la captura de imagen sincrónica, las cantidades de luz captadas en las respectivas regiones de píxeles neutras (6b) de los sensores de imagen digitales planos (6) de las al menos dos cámaras digitales independientes (3.1-3.4), después de lo cual, en el procesamiento de una imagen de la misma escena (9) captada de manera sincrónica por las al menos dos cámaras digitales independientes (3.1-3.4) en los respectivos intervalos espectrales de banda estrecha (R, G, B, NIR) diferentes, se realiza un cálculo de compensación de modo que las señales de imagen de los respectivos intervalos espectrales de banda estrecha (R, G, B, NIR) respectivamente se mantienen inalteradas, se atenúan o se amplifican de manera correspondiente a las desviaciones previamente determinadas.
2. Sistema de cámara digital de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que las al menos dos cámaras digitales independientes (3.1-3.4) están dispuestas de tal modo entre sí que se puede captar al menos aproximadamente la misma escena (9) en los diferentes intervalos espectrales de banda estrecha (R, G, B, NIR) de las al menos dos cámaras digitales independientes (3.1-3.4) y se puede combinar a partir de las señales de imagen de los diferentes intervalos espectrales de banda estrecha (R, G, B, NIR) una imagen multiespectral de la escena (9).
3. Sistema de cámara digital de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que las al menos dos cámaras digitales independientes (3.1-3.4), con excepción de sus respectivos elementos de filtro de color (7.1-7.4) que corresponden a los diferentes intervalos espectrales de banda estrecha (R, G, B, NIR), tienen fundamentalmente propiedades de captura del mismo tipo y/o tienen fundamentalmente el mismo diseño, estando realizados fundamentalmente del mismo modo sus sensores de imagen digitales planos (6), sus obturadores separados (8a), dado el caso existentes, y sus objetivos (8b).
4. Sistema de cámara digital de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizado por que el al menos un elemento de filtro de color (7.1-7.4) tiene dos regiones neutras (7b) en forma de banda en lados opuestos de la región de filtrado (7a.1-7a.4).
5. Sistema de cámara digital de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por:
- una primera cámara digital independiente (3.1) con un primer elemento de filtro de color (7.1) que es permeable a la luz en un intervalo espectral (R) con longitudes de onda de aproximadamente 600 nm a aproximadamente 700 nm,
 - una segunda cámara digital independiente (3.2) con un segundo elemento de filtro de color (7.2) que es permeable a la luz en un intervalo espectral (G) con longitudes de onda de aproximadamente 500 nm a aproximadamente 600 nm,
 - una tercera cámara digital independiente (3.3) con un tercer elemento de filtro de color (7.3) que es permeable a la luz en un intervalo espectral (B) con longitudes de onda de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 500 nm, y
 - una cuarta cámara digital independiente (3.4) con un cuarto elemento de filtro de color (7.4) que es permeable a la luz en un intervalo espectral (NIR) con longitudes de onda de aproximadamente 700 nm a aproximadamente 900 nm.
6. Sistema de cámara digital de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que los elementos de filtro de color primero, segundo, tercero y cuarto (7.1-7.4) tienen respectivamente una región neutra (7b) que es permeable a la luz en un intervalo espectral (ND) de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 900 nm.
7. Sistema de cámara digital de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6 para la fotogrametría para captar imágenes áreas desde aviones.
8. Procedimiento para ajustar un balance de color para un sistema de cámara digital (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, determinándose desviaciones de los tiempos de exposición y/o de las cantidades de luz

5 captadas entre las al menos dos cámaras digitales independientes (3.1-3.4) del sistema de cámara digital (2) en
caso de una captura de imagen síncrona de la misma escena (9) de las al menos dos cámaras independientes (3.1-
3.4), comparándose entre sí, una vez realizada la captura de imagen síncrona, las cantidades de luz captadas en las
respectivas regiones de píxeles neutras (6b) de los sensores de imagen digitales planos (6) de las al menos dos
cámaras digitales independientes (3.1-3.4), después de lo cual, en el procesamiento de una imagen de la misma
escena (9), captada de manera síncrona por las al menos dos cámaras digitales independientes (3.1-3.4) en los
respectivos intervalos espectrales de banda estrecha (R, G ,B, NIR) diferentes, se realiza un cálculo de
compensación de modo que las señales de imagen de los respectivos intervalos espectrales de banda estrecha (R,
10 G, B, NIR) respectivamente se mantienen inalteradas, se atenúan o se amplifican de manera correspondiente a las
desviaciones previamente determinadas.

9. Unidad de procesamiento de imágenes (4) de un sistema de cámara digital (2), configurada para realizar un
procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8.



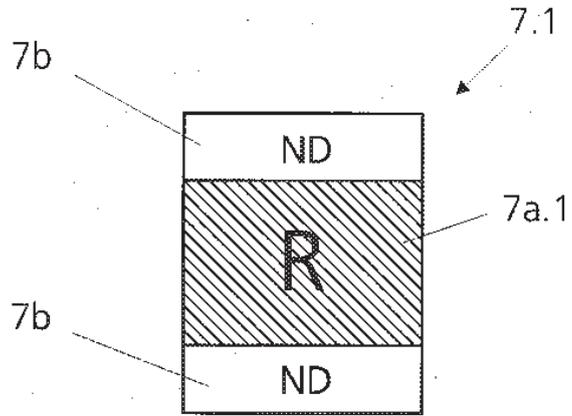


Fig. 3

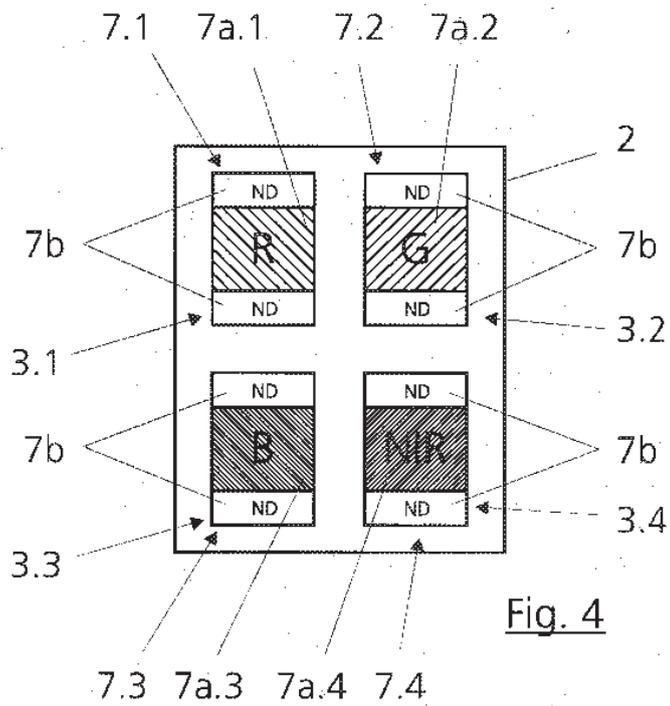


Fig. 4