



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 324 817**

51 Int. Cl.:
G06T 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02747503 .7**

96 Fecha de presentación : **05.06.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1523730**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.04.2005**

54 Título: **Procedimiento y sistema para calcular una imagen transformada a partir de una imagen digital.**

30 Prioridad: **12.07.2001 FR 01 09291**
12.07.2001 FR 01 09292
02.10.2001 FR 01 12664

73 Titular/es: **DxO Labs**
3, rue Nationale
92100 Boulogne, FR

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.08.2009

72 Inventor/es: **Chauville, Benoît;**
Guichard, Frédéric;
Lavest, Jean-Marc y
Liege, Bruno

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.08.2009

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 324 817 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

Procedimiento y sistema para calcular una imagen transformada a partir de una imagen digital.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para calcular una imagen transformada a partir de una imagen digital y de informaciones formateadas relativas a una transformación geométrica.

Solución10 *Procedimiento*

Por ejemplo, el documento US 4.695.964 divulga un procedimiento de corrección de imágenes satélites que portan una distorsión geométrica. La función de correspondencia entre la imagen en bruto y la imagen corregida se determina en función de la órbita del satélite o del ángulo de recorrido de las imágenes. La corrección se calcula aplicando la inversa de la función de correspondencia a todos los píxeles de la imagen. Este procedimiento conocido entraña el problema de que el cálculo de una posición de un punto en la imagen lleva mucho tiempo.

La invención se refiere a un procedimiento para calcular una imagen transformada a partir de una imagen digital y de informaciones formateadas relativas a una transformación geométrica, en particular, informaciones formateadas relativas a las distorsiones y/o aberraciones cromáticas de una sucesión o cadena de aparatos. El procedimiento comprende la etapa de calcular la imagen transformada a partir de una aproximación de la transformación geométrica. Se tiene como resultado que el cálculo es económico en recursos de memoria, en banda pasante de memoria, en potencia de cálculo y, por tanto, en consumo eléctrico. Resulta, igualmente, que la imagen transformada no presenta defectos visibles o que sean molestos para su utilización ulterior.

La imagen digital está compuesta de puntos de imagen o píxeles que se denominan en lo sucesivo píxeles digitales. La imagen transformada está compuesta de píxeles que se denominan en lo sucesivo píxeles transformados. El píxel transformado se caracteriza por una posición transformada y un valor transformado. Preferiblemente, de acuerdo con la invención, el procedimiento comprende la etapa de calcular los valores de los píxeles transformados al poner en juego un algoritmo general que comprende los procedimientos siguientes:

- procedimiento (a), procedimiento de selección dentro de la imagen digital, a partir de las informaciones formateadas, para cada posición transformada, de un bloque de píxeles digitales,

35 - procedimiento (b), procedimiento de cálculo, a partir de las informaciones formateadas, para cada posición transformada, de una posición digital dentro de dicho bloque de píxeles digitales,

- procedimiento (c), procedimiento de cálculo, para dicha posición transformada, del valor de píxel transformado en función de los valores de los píxeles digitales de dicho bloque de píxeles digitales y de dicha posición digital.

40 Las informaciones formateadas comprenden parámetros. Los parámetros permiten escoger al menos una función matemática ligada a dicha transformación geométrica. La o las funciones matemáticas permiten calcular el bloque de píxeles digitales y la posición digital a partir de la posición transformada.

45 De preferencia, según la invención, el algoritmo general se lleva a efecto procediendo de la manera siguiente:

- se seleccionan píxeles transformados, designados en lo que sigue como los píxeles transformados iniciales,

50 - se aplican los procedimientos (a), (b) y (c) del algoritmo general para los píxeles transformados iniciales, a fin de obtener bloques de píxeles digitales iniciales y posiciones digitales iniciales.

Se aplica a cada píxel transformado diferente de los píxeles transformados iniciales un algoritmo optimizado que comprende los procedimientos siguientes:

55 - procedimiento (d), procedimiento de selección de un bloque de píxeles digitales dentro de la imagen digital, a partir de los bloques digitales iniciales y/o a partir de cada posición transformada inicial,

- procedimiento (e), procedimiento de cálculo de una posición digital dentro del bloque de píxeles digitales, a partir de los bloques digitales iniciales y/o a partir de cada posición transformada inicial,

60 - procedimiento (f), procedimiento de cálculo del valor de píxel transformado en función de los valores de los píxeles digitales del bloque de píxeles digitales y de la posición digital.

65 El resultado de la combinación de estos rasgos o características técnicas es que es así posible utilizar informaciones formateadas que exigen cálculos complejos para los puntos digitales iniciales, y reducir el tiempo de cálculo global aplicando un algoritmo más simple a los otros puntos, al tiempo que se conserva una buena aproximación de la transformación geométrica.

El procedimiento se pone en práctica con medios de tratamiento material y/o lógico. De preferencia, de acuerdo con la invención, el algoritmo optimizado pone en juego exclusivamente datos enteros de coma fija. El resultado de la combinación de los rasgos o características técnicas es que es posible ejecutar el algoritmo general y el algoritmo optimizado sin necesidad de procesador o de operador flotante, incluso si los procedimientos (a) y (b) realizan cálculos
 5 flotantes, puesto que (a) y (b) son ejecutados mucho menos a menudo que (c) y (d), y que es, por tanto, posible emular las pocas operaciones flotantes utilizadas, si es que las hay. El resultado de la combinación de las características es que es así posible incorporar los algoritmos en, por ejemplo, un aparato o cámara fotográfica que consume la menor corriente posible y que funciona con la mayor velocidad posible.

De preferencia, de acuerdo con la invención, el procedimiento comprende, además, la etapa de cuantificar las posiciones digitales con el fin de obtener posiciones digitales cuantificadas. El resultado de la combinación de las características técnicas es que las etapas (c) y (f) pueden llevarse a efecto con un número limitado de entrada, lo que permite tabular coeficientes y, por tanto, utilizar una memoria caché [memoria de acceso rápido] mucho más pequeña y tener una banda pasante de memoria principal más pequeña.

Preferiblemente, de acuerdo con la invención, el procedimiento comprende, además, la etapa de calcular bloques de coeficientes. Los procedimientos (c) y (f) se llevan a cabo:

- utilizando la posición digital cuantificada para seleccionar un bloque de coeficientes,
- calculando el valor de píxel transformado a partir del bloque de coeficientes y del bloque de píxeles digitales.

Se tiene, como resultado de la combinación de características técnicas, que el cálculo de los bloques de coeficientes puede ser realizado antes de la compilación.

Según una variante de realización de la invención, los procedimientos de cálculo (c) y (f) del valor de píxel transformado pueden ser igualmente aplicados a otra transformación diferente de la transformación geométrica, en particular, la atenuación de la borrosidad de la imagen. El resultado es que es así posible realizar varias transformaciones de la imagen consumiendo menos energía y menos tiempo.

La imagen digital puede provenir de un captador que tiene varios canales. Los canales pueden ser combinados para producir planos de color. De preferencia, en este caso, de acuerdo con la invención, los procedimientos de cálculo (c) y (f) del valor de píxel transformado permiten, igualmente, combinar los canales con el fin de obtener los planos de color. De resultados de la combinación de características técnicas se tiene que, en el caso de 3 planos de color RVB, el tiempo de cálculo y el consumo eléctrico para llevar a cabo el algoritmo optimizado se dividen hasta por tres. Igualmente, el resultado de la combinación de las características técnicas es que la precisión se ve mejorada. Resulta igualmente de la combinación de características técnicas que, en el caso de un aparato que integra una función de combinación de los canales, en particular, un aparato foto-digital, es posible añadir, con un pequeño coste añadido, el tratamiento de las transformaciones geométricas.

La imagen digital puede estar así compuesta de planos de color. De preferencia, en este caso, de acuerdo con la invención, el procedimiento es tal que, para corregir las aberraciones cromáticas, se aplica a cada plano en color una transformación geométrica diferente.

Preferiblemente, de acuerdo con la invención, el procedimiento comprende, además, la etapa de combinar la transformación geométrica con otra transformación geométrica variable de acuerdo con la imagen digital, en particular, una aproximación o zum. El resultado de la combinación de las características técnicas es que es posible, con un pequeño coste añadido de tiempo y de energía, aplicar a la imagen digital otra transformación geométrica, en particular, un zum, al mismo tiempo que la transformación geométrica. Se tiene, igualmente, como resultado de la combinación de las características técnicas, que es posible aplicar la transformación geométrica sobre una imagen digital que ha sufrido otra transformación geométrica.

Las informaciones formateadas pueden depender de características variables de acuerdo con la imagen digital, en particular, el tamaño de la imagen digital. De preferencia, en este caso, de acuerdo con la invención, el procedimiento comprende, además, la etapa de determinar el valor de las características variables para la imagen digital. Los procedimientos (a) y (b) utilizan las informaciones formateadas dependientes del valor, así determinado, de las características variables. De la combinación de las características técnicas resulta que la puesta en práctica del procedimiento para informaciones formateadas que dependen de una característica variable, se reduce a la puesta en práctica del procedimiento para informaciones formateadas que no dependen de ninguna característica variable.

Preferentemente, de acuerdo con la invención, las informaciones formateadas están vinculadas a defectos de distorsión y/o a aberraciones cromáticas de la cadena de aparatos. Los parámetros se asocian a un campo medido.

La imagen transformada puede presentar una cierta diferencia con la imagen obtenida por aplicación de la transformación geométrica a la imagen digital. De preferencia, en este caso, de acuerdo con la invención, el procedimiento comprende, además, las siguientes etapas:

- la etapa de elegir un umbral,

ES 2 324 817 T3

- la etapa de elegir el algoritmo general y/o el algoritmo optimizado, y/o los puntos transformados iniciales, de tal manera que la diferencia sea inferior al umbral.

El resultado de la combinación de las características técnicas es que el tiempo de cálculo es mínimo para alcanzar un cierto nivel de calidad de imagen.

La imagen transformada puede presentar una cierta diferencia con la imagen obtenida por aplicación de la transformación geométrica a la imagen digital. De preferencia, en este caso, de acuerdo con la invención, el procedimiento comprende, además, las etapas siguientes:

- la etapa de escoger un umbral,

- la etapa de escoger el algoritmo general y/o el algoritmo optimizado, y/o los puntos transformados iniciales y/o la cuantificación de las posiciones digitales cuantificadas, de tal manera que la diferencia sea inferior al umbral.

Se tiene, como resultado de la combinación de las características técnicas, que el tiempo de cálculo es mínimo para alcanzar un cierto nivel de calidad de la imagen.

De preferencia, de acuerdo con la invención, el procedimiento comprende, además, la etapa de escoger las posiciones transformadas de tal manera que los bloques de puntos de imagen o píxeles digitales seleccionados por los procedimientos (a) y/o (d) tengan un número medio determinado de píxeles digitales comunes. De la combinación de las características técnicas resulta que basta con una memoria caché de pequeño tamaño o un número reducido de registros para contener una gran parte de los valores de píxeles necesarios en iteraciones sucesivas de los procedimientos (a) y/o (d). Se tiene, igualmente, como resultado de la combinación de las características técnicas, que la banda pasante de memoria está ampliamente reducida. Igualmente, de la combinación de las características técnicas resulta que no es necesario conservar la imagen transformada completa dentro de una memoria. El resultado de la combinación de las características técnicas es, igualmente, que el coste y el consumo eléctricos se ven reducidos.

Sistema

La invención se refiere a un sistema para calcular una imagen transformada a partir de una imagen digital y de informaciones relativas a una transformación geométrica, en particular, informaciones formateadas relativas a la distorsión y/o a las aberraciones cromáticas de una sucesión o cadena de aparatos. El sistema comprende medios de cálculo destinados a calcular la imagen transformada a partir de una aproximación de la transformación geométrica.

La imagen digital está compuesta de píxeles que se denominan en adelante píxeles digitales. La imagen transformada está compuesta de píxeles que se denominan en adelante píxeles transformados. El píxel transformado se caracteriza por una posición transformada y un valor transformado. De preferencia, de acuerdo con la invención, el sistema comprende medios de cálculo para calcular los valores de los píxeles transformados haciendo uso de medios de tratamiento informático que comportan un algoritmo general que comprende los procedimientos siguientes:

- procedimiento (a), procedimiento de selección dentro de la imagen digital, a partir de las informaciones formateadas, para cada posición transformada, de un bloque de píxeles digitales,

- procedimiento (b), procedimiento de cálculo, a partir de las informaciones formateadas, para cada posición transformada, de una posición digital dentro del bloque de píxeles digitales,

- procedimiento (c), procedimiento de cálculo para la posición transformada del valor de píxel transformado en función de los valores de los píxeles digitales del bloque de píxeles digitales y de la posición digital.

Las informaciones formateadas comprenden parámetros. Los parámetros permiten elegir al menos una función matemática asociada a la transformación geométrica. La o las funciones matemáticas permiten calcular el bloque de píxeles digitales y la posición digital a partir de la posición transformada.

De preferencia, de acuerdo con la invención, los medios de cálculo hacen uso del algoritmo general de la siguiente manera:

- seleccionando píxeles transformados, denominados en lo que sigue los píxeles transformados iniciales,

- aplicando los procedimientos (a), (b) y (c) del algoritmo general para los píxeles transformados iniciales, a fin de obtener bloques de píxeles digitales iniciales y posiciones digitales iniciales.

Los medios de cálculo aplican a cada píxel transformado distinto de los píxeles transformados iniciales un algoritmo optimizado que comprende los siguientes procedimientos:

- procedimiento (d), procedimiento de selección de un bloque de píxeles digitales dentro de la imagen digital, a partir de los bloques digitales iniciales y/o a partir de cada posición transformada inicial,

ES 2 324 817 T3

- procedimiento (e), procedimiento de cálculo de una posición digital dentro del bloque de píxeles digitales, a partir de los bloques digitales iniciales y/o a partir de cada posición transformada inicial,

5 - procedimiento (f), procedimiento de cálculo del valor de píxel transformado, en función de los valores de los píxeles digitales del bloque de píxeles digitales y de la posición digital.

El algoritmo general o el algoritmo optimizado es ejecutado por medios de tratamiento material y/o lógico.

10 Según una variante de realización ventajosa, el algoritmo optimizado hace uso exclusivamente de datos enteros o de coma fija.

De preferencia, de acuerdo con la invención, el sistema comprende, además, medios de tratamiento informático destinados a cuantificar las posiciones digitales de manera que se obtengan posiciones digitales cuantificadas.

15 Preferiblemente, de acuerdo con la invención, el sistema comprende, además, medios de cálculo para calcular bloques de coeficientes. Los procedimientos (c) y (f) son llevados a cabo por los medios de cálculo:

- utilizando la posición digital cuantificada para seleccionar un bloque de coeficientes,

20 - calculando el valor de píxel transformado a partir del bloque de coeficientes y del bloque de píxeles digitales.

Los procedimientos de cálculo (c) y (f) del valor de píxel transformado son igualmente aplicables a otras transformaciones distintas de la transformación geométrica, en particular, la atenuación de la borrosidad de la imagen.

25 La imagen digital proveniente de un captador puede tener varios canales. Los canales pueden ser combinados para producir planos de color. De preferencia, de acuerdo con la invención, los procedimientos de cálculo (c) y (f) del valor de píxel transformado son tales, que permiten igualmente combinar los canales con el fin de obtener los planos de color.

30 Preferiblemente, de acuerdo con la invención, la imagen digital está compuesta de planos de color. El sistema es tal, que, con el fin de corregir las aberraciones cromáticas, los medios de tratamiento informático permiten aplicar a cada plano de color una transformación geométrica diferente.

35 De preferencia, de acuerdo con la invención, el sistema es tal, que los medios de tratamiento informático permiten combinar la transformación geométrica con otra transformación geométrica variable de acuerdo con la imagen digital, en particular, una aproximación o zum.

40 Las informaciones formateadas pueden depender de características variables de acuerdo con la imagen digital, en particular, el tamaño de la imagen digital. De preferencia, en este caso, de acuerdo con la invención, el sistema comprende, además, medios de tratamiento informático para determinar el valor de las características variables para la imagen digital de que se trate. Los medios de cálculo llevan a cabo los procedimientos (a) y (b) utilizando las informaciones formateadas dependientes del valor, así determinado, de las características técnicas.

45 Preferentemente, de acuerdo con la invención, las informaciones formateadas están asociadas a defectos de distorsión y/o a aberraciones cromáticas de la cadena de aparatos. Los parámetros se asocian a un campo medido.

50 La imagen transformada puede presentar una cierta diferencia con la imagen obtenida por aplicación de la transformación geométrica a la imagen digital. De preferencia, en este caso, de acuerdo con la invención, el sistema comprende, además, medios de tratamiento informático que permiten hacer uso de un algoritmo general y/o de un algoritmo optimizado, y/o de los puntos transformados iniciales, de tal manera que la diferencia sea inferior a un umbral escogido.

55 La imagen transformada puede presentar una cierta diferencia con la imagen que se obtiene por aplicación de la transformación geométrica a la imagen digital. De preferencia, en este caso, de acuerdo con la invención, el sistema comprende, además, medios de tratamiento informático que permiten hacer uso de un algoritmo general y/o de un algoritmo optimizado, y/o de los puntos transformados iniciales y/o de la cuantificación de las posiciones digitales cuantificadas, de tal modo que la diferencia sea inferior a un umbral escogido.

60 De preferencia, de acuerdo con la invención, el sistema comprende, además, medios de tratamiento informático destinados a elegir las posiciones transformadas de tal manera que los bloques de píxeles digitales seleccionados por los procedimientos (a) y/o (d) tengan un número medio determinado de píxeles digitales comunes.

Descripción detallada

65 Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto por la lectura de la descripción de variantes de realización de la invención proporcionadas a título de ejemplo no limitativo, y de:

- la Figura 1, una ilustración de un ejemplo de realización simplificado de la invención;

ES 2 324 817 T3

- las Figuras 2a a 2d, un ejemplo de realización perfeccionado de un procedimiento de cálculo de una imagen transformada de acuerdo con la invención;

- la Figura 3, un organigrama de funcionamiento del procedimiento de la Figura 2a;

- la Figura 4, una ilustración de una etapa de cálculo del valor de un píxel transformado;

- la Figura 5a, un organigrama de una variante de un procedimiento de cálculo de una imagen transformada de acuerdo con la invención;

- las Figuras 5b y 5c, ilustraciones explicativas del procedimiento de la Figura 5a;

- la Figura 6, una ilustración de la etapa de cálculo de un valor de un punto de imagen o píxel transformado, que permite poner en práctica varios tipos de correcciones;

- la Figura 7, una ilustración de la invención, aplicada a una imagen en color;

- la Figura 8, un perfeccionamiento de la invención que permite calcular píxeles adyacentes o vecinos;

- las Figuras 9a y 9b, la aplicación de la invención a imágenes en color del tipo VRVB;

- la Figura 10, informaciones formateadas IF asociadas a los defectos P5 de distorsión geométrica de un aparato P25 de una sucesión o cadena P3 de aparatos; y

- la Figura 11, un ejemplo de sistema de acuerdo con la invención.

Aparato

Haciendo referencia, en particular, a la Figura 10, se va a describir la noción de aparato P25. En el sentido de la invención, un aparato P25 puede ser, en particular:

- un aparato de captura de imagen o un aparato de captación de imagen como, por ejemplo, una cámara fotográfica desechable, un aparato foto-digital, un aparato reflectante o *réflex*, un escáner, un fax, un endoscopio, una cámara-grabadora, o cámara de vídeo con grabadora incorporada en una unidad portátil, una cámara de vigilancia, una cámara integrada o unida a un teléfono, a un asistente personal o a un ordenador, una cámara térmica, un aparato de ecografía,

- un aparato de restitución de imagen, como, por ejemplo, una pantalla, un proyector, un televisor, gafas de realidad virtual o una impresora,

- un ser humano que tiene defectos de visión, por ejemplo, el astigmatismo,

- un aparato al que se desea asemejarse, a fin de producir imágenes que tienen, por ejemplo, un aspecto similar a las producidas por un aparato de la marca Leica,

- un dispositivo de tratamiento de imágenes, por ejemplo, una lógica o software de zum que tiene como efecto de borde añadir borrosidad,

- un aparato virtual equivalente a varios aparatos P25.

Un aparato P25 más complejo, como un escáner / fax / impresora, un Minilab o mini-laboratorio de impresión fotográfica, un aparato de vídeo conferencia, puede considerarse como un aparato P25 ó como varios aparatos P25.

Cadena de aparatos

Haciendo referencia, en particular, a la Figura 10, se va a describir a continuación la noción de sucesión o cadena P3 de aparatos. Se denomina cadena P3 de aparatos a un conjunto de aparatos P25. La noción de cadena P3 de aparatos puede incluir, además, una noción de orden.

Los siguientes ejemplos constituyen cadenas P3 de aparatos:

- un solo aparato P25,

- un aparato de captación de imagen y un aparato de restitución de imagen,

- un aparato fotográfico, un escáner, una impresora, por ejemplo, dentro de un mini-laboratorio de edición fotográfica,

- un aparato fotográfico digital, una impresora, por ejemplo, dentro de un mini-laboratorio de edición fotográfica,
- un escáner, una pantalla o una impresora, por ejemplo, dentro de una computadora,
- 5 - una pantalla o un proyector y el ojo de un ser humano,
- un aparato y otro aparato al que se desea asemejarse,
- un aparato o cámara fotográfica y un escáner,
- 10 - un aparato de captación de imagen, una lógica o software de tratamiento de imágenes,
- una lógica de tratamiento de imágenes, un aparato de restitución de imagen,
- 15 - una combinación de los ejemplos precedentes,
- otro conjunto P25 de aparatos.

Defecto

Haciendo referencia, en particular, a la Figura 10, se va a describir a continuación la noción de defecto P5. Se denomina defecto P5 del aparato P25 a un defecto asociado a las características de la óptica y/o del captador, y/o de la electrónica y/o de la lógica o software integrado en un aparato P25; ejemplos de defectos P5 son, por ejemplo, la distorsión geométrica, la borrosidad, el desdoblamiento, las aberraciones cromáticas, el debilitamiento de los colores, la uniformidad del flash, el ruido del captador, el grano, el astigmatismo, la aberración esférica.

Imagen digital

Haciendo referencia, en particular, a la Figura 1, se describirá a continuación la noción de imagen digital INUM. Se denomina imagen digital INUM una imagen captada o modificada, o bien restituida, por un aparato P25. La imagen digital INUM puede provenir de un aparato P25 de la cadena de aparatos P3. La imagen digital INUM puede estar destinada a un aparato P25 de la cadena de aparatos P3. En el caso de imágenes animadas, por ejemplo, de vídeo, constituidas por una secuencia dentro del tiempo de imágenes fijas, se denomina imagen digital INUM a una imagen fija de la secuencia de imágenes.

Informaciones formateadas

Haciendo referencia, en particular, a la Figura 10, se describirá en lo que sigue la noción de informaciones formateadas IF. Reciben el nombre de informaciones formateadas IF los datos asociados a una transformación geométrica, por ejemplo, datos asociados a los defectos P5 de uno o varios aparatos P25 de la cadena de aparatos P3, y que permiten calcular una imagen transformada ITR teniendo en cuenta defectos P5 del aparato P25. Los defectos P5 pueden ser, en particular, defectos de distorsión geométrica y/o aberraciones cromáticas. Con el fin de producir las informaciones formateadas IF, pueden utilizarse diversos procedimientos basados en mediciones, y/o en captadores o en restitución de referencias, y/o en simulaciones.

Para producir las informaciones formateadas IF, puede utilizarse, por ejemplo, el procedimiento descrito en la Solicitud de Patente Internacional depositada el mismo día que la presente Solicitud, a nombre de la sociedad Vision IQ, con el título: "Procedimiento y sistema para producir informaciones formateadas asociadas a las distorsiones geométricas" ("Procédé et système pour produire des informations formatées liées aux distorsions géométriques"). En esta Solicitud, se describe un procedimiento para producir informaciones formateadas IF asociadas a los aparatos P25 de una cadena de aparatos P3. La cadena de aparatos P3 comprende, en particular, al menos un aparato de captación de imagen y/o al menos un aparato de restitución de imagen. El procedimiento comprende la etapa de producir informaciones formateadas IF asociadas a las distorsiones geométricas de al menos un aparato de la cadena.

El aparato P25 permite captar o restituir una imagen sobre un soporte. El aparato P25 comprende al menos una característica fija y/o una característica variable de acuerdo con la imagen. La característica fija y/o la característica variable son susceptibles de ser asociadas a uno o varios valores de características, en particular, la distancia focal y/o el enfoque y sus valores de características asociados. El procedimiento comprende la etapa de producir informaciones formateadas medidas que son asociadas a las distorsiones geométricas del aparato a partir de un campo medido. Las informaciones formateadas IF pueden comprender las informaciones formateadas medidas.

Con el fin de producir las informaciones formateadas IF, puede utilizarse, por ejemplo, el procedimiento descrito en la Solicitud de Patente Internacional depositada el mismo día que la presente Solicitud, a nombre de la sociedad Vision Q, con el título: "Procedimiento y sistema para reducir la frecuencia de las actualizaciones de los medios de tratamiento de imágenes" ("Procédé et système pour réduire la fréquence des mises à jour de moyennes de traitement d'images"). En esta Solicitud se describe un procedimiento para reducir la frecuencia de las actualizaciones de los medios de tratamiento de imágenes, en particular, una lógica o software y/o un componente. Los medios de tratamiento

de imágenes permiten modificar la calidad de las imágenes digitales provenientes de una cadena de aparatos o destinadas a ella. La cadena de aparatos comprende al menos un aparato de captación de imagen y/o al menos un aparato de restitución de imagen. Los medios de tratamiento de imagen hacen uso de informaciones formateadas asociadas a los defectos de al menos un aparato P25 de la cadena de aparatos P3. Las informaciones formateadas IF dependen de al menos una variable. Las informaciones formateadas permiten establecer una correspondencia entre una parte de las variables y de los identificadores. Los identificadores permiten determinar el valor de la variable correspondiente al identificador, teniendo en cuenta el identificador y la imagen. El resultado de la combinación de las características técnicas es que es posible determinar el valor de una variable, en particular, en el caso de que el significado físico y/o el contenido de la variable tan sólo sean conocidos posteriormente a la difusión de los medios de tratamiento de imagen. Resulta, igualmente, de la combinación de las características técnicas que el tiempo entre dos actualizaciones del software de corrección puede ser espaciado. Se tiene, igualmente, como resultado de la combinación de las características técnicas, que los diversos actores económicos que producen aparatos y/o medios de tratamiento de imagen pueden poner en práctica sus productos independientemente de otros actores económicos, incluso si estos últimos cambian radicalmente las características técnicas de su producto o no pueden obligar a su cliente a actualizar sus productos. Resulta, igualmente, de la combinación de las características técnicas que es posible desplegar progresivamente una nueva capacidad funcional comenzando por un número limitado de actores económicos y de usuarios pioneros.

Con el fin de producir las informaciones formateadas IF, puede utilizarse, por ejemplo, el procedimiento descrito en la Solicitud de Patente Internacional, depositada el mismo día que la presente Solicitud a nombre de la sociedad Vision IQ y con el título: “Procedimiento y sistema para suministrar informaciones formateadas a medios de tratamiento de imágenes” (“Procédé et système pour fournir des informations formatées à des moyens de traitement d’images”), n° de publicación WO 03/007239 A1. En esta Solicitud se describe un procedimiento para suministrar, según un formato estándar, informaciones formateadas IF a medios de tratamiento de imágenes, en particular, programas y/o componentes. Las informaciones formateadas IF son asociadas a los defectos de una sucesión o cadena P3 de aparatos. La cadena P3 de aparatos comprende, en particular, al menos un aparato de captación de imágenes y/o un aparato de restitución de imagen. Los medios de tratamiento de imágenes utilizan las informaciones formateadas IF para modificar la calidad de al menos una imagen proveniente de la cadena P3 de aparatos o destinada a ella. Las informaciones formateadas IF comprenden datos que caracterizan defectos P5 del aparato de captación de imagen, en particular, las características de distorsión y/o datos que caracterizan los defectos del aparato de restitución de imágenes, en particular, las características de distorsión.

El procedimiento comprende la etapa de notificar o dar parte de al menos un campo del formato estándar con las informaciones formateadas IF. El campo es designado por un nombre de campo. El campo contiene al menos un valor de campo.

Para averiguar y preparar las informaciones formateadas IF, es posible, por ejemplo, utilizar el procedimiento descrito en la Solicitud de Patente Internacional depositada el mismo día que la presente Solicitud, a nombre de la sociedad Vision IQ y con el título: “Procedimiento y sistema para modificar la calidad de al menos una imagen proveniente de una cadena de aparatos o destinada a ella” (“Procédé et système pour modifier la qualité d’au moins une image provenant ou destinée à une chaîne d’appareils”). En esta Solicitud se describe un procedimiento para modificar la calidad de al menos una imagen proveniente de una cadena de aparatos determinada o destinada a ella. La cadena de aparatos determinada comprende al menos un aparato de captación de imagen y/o al menos un aparato de restitución de imagen. Los aparatos de captación de imagen y/o los aparatos de restitución de imagen, puestos en el mercado progresivamente por diferentes actores económicos, pertenecen a un conjunto indeterminado de aparatos. Los aparatos P25 del conjunto de aparatos presentan defectos P5 que pueden ser caracterizados por informaciones formateadas. El procedimiento comprende, para la imagen en cuestión, las siguientes etapas:

- la etapa de inventariar fuentes de informaciones formateadas relativas a los aparatos del conjunto de aparatos,
- la etapa de averiguar de manera automática, entre las informaciones formateadas de esta forma inventariadas, informaciones formateadas específicas relativas a la cadena de aparatos determinada,
- la etapa de modificar de manera automática la imagen digital INUM por medio de software o programas de tratamiento de imágenes y/o de componentes de tratamiento de imágenes, teniendo en cuenta informaciones formateadas específicas así obtenidas.

Característica variable

Se va a describir a continuación la noción de característica variable. De acuerdo con la invención, se denomina característica variable a un factor mensurable y variable de una imagen digital INUM a la otra captada, modificada o restituida por un mismo aparato P25, y que tiene una influencia sobre el defecto P5 de la imagen captada, modificada o restituida por el aparato P25, en particular:

- una variable global, fija para una imagen digital INUM dada, por ejemplo, una característica del aparato P25 en el momento de la captación o de la restitución de la imagen asociada a un ajuste por parte del usuario o asociada a un automatismo del aparato P25,

ES 2 324 817 T3

- una variable local, variable dentro de una imagen digital INUM dada, por ejemplo, coordenadas x, y o ro, theta dentro de la imagen, que permite aplicar, llegado el caso, un tratamiento local diferente según la zona de la imagen digital INUM.

5 No se considera, en general, como una característica variable un factor mensurable y variable de un aparato P25 al otro, pero fijo de una imagen digital INUM a la otra captada, modificada o restituida por un mismo aparato P25, por ejemplo, la distancia focal para un aparato P25 de distancia focal fija.

Las informaciones formateadas IF puede depender de al menos una característica variable.

10

Puede entenderse por característica variable, en particular:

- la distancia focal de la óptica,

15

- el redimensionamiento aplicado a la imagen (el factor de zum digital: agrandamiento de una parte de la imagen; y/o la baja definición: disminución del número de píxeles de la imagen),

- la corrección no lineal de la luminancia, por ejemplo, la corrección de gamma,

20

- el resaltamiento o realce del contorno, por ejemplo, el nivel de corrección de la borrosidad aplicada por el aparato P25,

- el ruido del captador y de los dispositivos electrónicos,

25

- la apertura de la óptica,

- la distancia del enfoque,

- el número de la vista sobre una película,

30

- la sobre-exposición o la infra-exposición,

- la sensibilidad de la película o del captador,

35

- el tipo de papel utilizado en una impresora,

- la posición del centro del captador dentro de la imagen,

- la rotación de la imagen con respecto al captador,

40

- la posición de un proyector con respecto a la pantalla,

- el balance de blancos utilizado,

45

- la activación del flash y/o su potencia,

- el tiempo de exposición,

- la ganancia del captador,

50

- la compresión,

- el contraste,

55

- otro ajuste aplicado por el usuario del aparato P25, por ejemplo, un modo de funcionamiento,

- otro ajuste automático del aparato P25,

- otra medición realizada por el aparato P25.

60

Valor de característica variable

Se describirá a continuación la noción de valor de característica variable VCV. Se denomina valor de característica variable VCV a valor de la característica variable en el momento de la captación, modificación o restitución de una imagen digital INUM determinada.

65

Modelo parametrizable

En el sentido de la invención, se denomina modelo parametrizable a un modelo matemático que puede depender de las características variables y relativo a uno o a varios defectos P5 de uno o varios aparatos P25. Las informaciones formateadas IF relativas a un defecto P5 de un aparato P25 pueden presentarse bajo la forma de parámetros de un modelo parametrizable que depende de las características variables.

Cálculo de la imagen transformada

Haciendo referencia a la Figura 1, se va a describir un ejemplo general de realización del procedimiento y el sistema de la invención.

Una imagen digital INUM comprende un conjunto de elementos de imagen denominados píxeles PXnum.1 a PXnum.n, regularmente repartidos en la superficie de la imagen INUM. En la Figura 1, estos píxeles tienen forma de cuadrados, si bien podrían tener cualquier otra forma, por ejemplo, circular; esto depende de la concepción de las superficies destinadas a portar la imagen en los aparatos de captación y de restitución de imagen. Además, en la Figura 1, los píxeles se han representado de manera adyacente, pero, en realidad, existe generalmente una separación entre los píxeles.

La imagen transformada ITR comprende en general un conjunto de píxeles denominados píxeles transformados PXTR.1 a PXTR.n, de tal manera que cada píxel transformado se caracteriza por una posición transformada pxtr y un valor transformado vxtr.

Una imagen transformada es una imagen corregida o modificada que se obtiene por aplicación de una transformación a una imagen. Esta transformación, que puede ser una transformación geométrica, se realiza integrando en el cálculo informaciones formateadas que tienen en cuenta, por ejemplo, defectos de los aparatos utilizados o de características que se desea introducir en la imagen.

Se apreciará que las informaciones formateadas pueden ser relativas a un número limitado de píxeles transformados y/o integrar valores de característica variable VCV según la imagen (por ejemplo, la distancia focal, el enfoque, la apertura...); en este caso, puede haber una etapa suplementaria realizada, por ejemplo, por interpolación, de manera que se remita a informaciones formateadas simples, tales como las de un aparato que no presenta ninguna característica variable, de tal modo que el caso de los aparatos con distancia focal variable se reduce al caso de un aparato de distancia focal fija.

En el ejemplo de una función $x', y' = f(x, y, t)$, donde t es una característica variable, las informaciones formateadas pueden estar constituidas por un número limitado de valores ($x_i, y_i, t_i, f(x_i, y_i, t_i)$), y hace falta entonces calcular una aproximación para los otros valores de x, y, t . Según el mismo formalismo, t podría ser un vector e incluir simultáneamente varias características variables. En el caso de la distorsión, las informaciones formateadas podrían estar constituidas, eventualmente, de vectores que permitan indicar el desplazamiento que sigue cada punto, o bien de un conjunto de elementos discretos que representan los puntos de mediciones utilizados durante una etapa previa de contraste, o incluso todas las funciones correspondientes a una aproximación sobre este conjunto discreto, de tal modo que se reduzca el tamaño de las informaciones formateadas.

Las informaciones formateadas podrán comprender datos relativos a los aparatos utilizados y estudiados en una fase previa, aunque, igualmente, todas las informaciones del estilo de formato Exif u otro que dan parte de las regulaciones del aparato en el momento de la toma de vista (distancia focal, enfoque, apertura, velocidad, flash...).

La imagen digital INUM representa, por ejemplo, la captación de la imagen de un rectángulo. En la Figura 1, los píxeles correspondientes al trazado del rectángulo se han ennegrecido. Debido a las distorsiones de los aparatos de captación, el rectángulo se ha deformado como en la imagen INUM que se representa en la Figura 1. La invención permite, con la ayuda de un cálculo CAPP que incorpora aproximaciones según, entre otras cosas, una precisión final deseada, obtener valores vxtr de píxeles transformados de posición pxtr, y obtener sobre la imagen transformada ITR un rectángulo cuya posición y el valor de los píxeles estén bien corregidos en las aproximaciones cercanas.

Nótese que la aplicación del algoritmo CAPP puede, en el caso de una distorsión, llevar la imagen deformada hasta una imagen perfecta o casi perfecta. El mismo algoritmo puede llevar, igualmente, la imagen deformada hasta otra imagen eventualmente deformada de manera diferente, de tal modo que se produzca una imagen con estrecha semejanza a un tipo de imagen conocida (efecto de ojo de pez, distorsión retroactiva...). El mismo algoritmo permite, igualmente, llevar la imagen deformada hacia una imagen que no sea perfecta (en el sentido de un cuadrado recto como el de la Figura 1), pero que sea óptima a los ojos del observador, de tal manera que sea posible compensar eventualmente defectos geométricos de percepción del ojo humano.

La Figura 2a representa un ejemplo del procedimiento y del sistema perfeccionado de acuerdo con la invención. En la imagen digital y en la imagen transformada se han representado únicamente los puntos de imagen o píxeles utilizados en la descripción de este procedimiento y este sistema. En la imagen transformada se ha representado un píxel PXTR.i cuyo valor se desea conocer. A la posición de un píxel transformado pxtr.i en la imagen transformada, corresponde, en la imagen digital, una posición pxnum.i que se obtiene a partir de informaciones formateadas (IF) que

incluyen, por ejemplo, en el caso de la distorsión, el vector de desplazamiento necesario que añadir a pxnum.i para reincidir sobre pxtr.i.

La invención comprende diferentes etapas de esta forma descritas y representadas en la Figura 3.

Para empezar, se identifica la posición pxtr.i de un píxel transformado PXTR.i en la imagen transformada (etapa ET1). En el curso de una etapa siguiente (ET2), conociendo la posición dentro de la imagen ITR, se deduce, con la ayuda de informaciones formateadas IF que traducen las características de los aparatos de captación y/o de restitución de imágenes, la posición de un bloque de píxeles BPNUM.i de la imagen digital INUM, bloque que engloba la posición pxnum.i de un punto correspondiente al píxel transformado PXTR.i. Según el ejemplo de la Figura 2a, un bloque de píxeles comprende 5×5 píxeles.

A continuación (etapa ET3), se calcula, con la ayuda de las informaciones formateadas, para la posición transformada pxtr.i del píxel PXTR.i, la posición digital pxnum.i del punto del bloque de píxeles digitales correspondiente al píxel PXTR.i. Como puede observarse en la Figura 2a, este punto no corresponde forzosamente a la posición del centro de un píxel del bloque de píxeles BPNUM.i. Se comprende, por tanto, que el valor transformado del píxel PXTR.i no se corresponde con el valor de un píxel digital.

En el curso de la etapa siguiente (ET4), conociendo la posición de un punto pxnum.i dentro del bloque BPNUM.i, se calcula el valor de un píxel ficticio dentro del bloque BPNUM.i, y, por tanto, el punto pxnum.i es el centro. Este píxel ficticio PXFIC tiene un valor que debe tener en cuenta el valor de los píxeles que rodean el punto pxnum.i dentro del bloque y, por tanto, que tienen igualmente en cuenta la posición de este punto dentro del bloque. Según un método simple, puede hacerse una media de los valores de los píxeles que rodean el punto.

Puede hacerse, igualmente, una media del valor de los píxeles del bloque, de tal manera que el valor de cada píxel está afectado por un coeficiente que es función de la distancia de este píxel con respecto a la posición pxnum.i del punto. Lo que se reduce a efectuar la suma siguiente para el conjunto del bloque de píxeles.

$$\sum vxnum.j \times Cj \text{ (posición pxnum.i digital)}$$

con

vxnum.j = valor de un píxel dentro del bloque.

Cj = coeficiente del píxel en función de la posición pxnum.i del punto.

El coeficiente de cada píxel del bloque, en función de la posición pxnum.i del punto, puede ser calculado de diferentes maneras. Una primera forma es utilizar una expresión analítica para el cálculo de los coeficientes de cada píxel del bloque, en función, por ejemplo, del orden de la superficie de aproximación, de la precisión del dispositivo de cálculo y de la posición pxnum.i dentro del bloque.

Una forma más simple es limitar el número de posiciones posibles de un punto dentro del bloque por una técnica de cuantificación de la posición pxnum.i. En este caso, se ha previsto confeccionar una tabla de coeficientes para cada posición posible de un punto dentro del bloque. Para los diferentes valores cuantificados de posiciones dentro de un bloque, se calcularán varias series de coeficientes con un valor, dentro de cada serie, de coeficiente por píxel del bloque.

Seguidamente, durante la etapa ET4 que se ha descrito en lo anterior, se cuantificará la posición pxnum.i del punto dentro del bloque, lo que permitirá acceder a una serie de coeficientes con un coeficiente por píxel del bloque útil. Bastará con multiplicar esta serie de coeficientes por la serie de valores de los mismos píxeles.

La Figura 4 esquematiza tal procedimiento. Se cuantifica la posición pxnum.i de un punto en un valor descrito que puede tomar un número limitado de valores, de a a n.

Para cada valor descrito de posición de un punto, se dispone de una tabla de coeficientes Ca a Cn. Para un valor, por ejemplo, "a", la tabla QU1 permite acceder a una tabla de coeficientes a1 a an. El valor "a", por ejemplo, permite acceder a la tabla Ca. La tabla Ca comprende tantos coeficientes a1 a an como píxeles comprende el bloque de píxeles BPNUM.i. Estos coeficientes han sido calculados, cada uno de ellos, en función de la posición pxnum.i del punto dentro del bloque, de tal modo que se da un cierto peso al valor de cada píxel. Se comprenderá fácilmente que los píxeles más alejados del punto de posición pxnum.i dentro del bloque tendrán un peso más leve, en tanto que los píxeles más próximos tendrán un peso más fuerte.

Con la ayuda de la tabla de coeficientes Ca y del conjunto de los valores de los píxeles del bloque BPNUM.i, se realiza la operación:

$$\sum (vxnum.j \times Cj)$$

ES 2 324 817 T3

de manera que se obtiene el valor de un píxel ficticio PXFIC, y es este valor el que va a afectar al píxel transformado pxtr.i de la imagen transformada ITR.

En un ejemplo de realización, se podrá considerar que la posición de un punto pxnum.i obtenida, con la ayuda de informaciones formateadas, a partir de la posición de un píxel transformado, podrá expresarse por una parte entera (o un primer número de direccionamiento) y una parte decimal (o un segundo número de direccionamiento). La cuantificación de la dirección pxnum.i que se ha descrito en lo anterior podrá emplazarse, por ejemplo, únicamente en la parte decimal.

La parte entera podrá ser la dirección de un bloque de píxeles BPNUM.i dentro de la imagen INUM o, más precisamente, la dirección de un píxel definido de este bloque, por ejemplo, el píxel PXnum.1 del bloque.

La parte decimal designará la dirección del punto dentro del bloque. Para esta dirección, podrá cuantificarse el número de posibilidades y decidir que ésta tan sólo pueda expresarse en un número limitado de bits, lo que limitará el número de tablas de coeficientes Ca a Cn. Por ejemplo, con una dirección dentro del bloque expresada en 3 bits, se tendrán que prever 8 tablas de coeficientes Ca a Cn.

Es así posible ejecutar el procedimiento de la invención sin procesador u operador flotante, incluso si las etapas ET2 y ET3 realizan cálculos flotantes, ya que estas etapas serán susceptibles de llevarse a cabo mucho menos a menudo que la etapa ET4 y es entonces posible emular las pocas operaciones flotantes utilizadas, si es que las hay, de tal modo que es así posible incorporar dichos algoritmos, por ejemplo, en un aparato o cámara fotográfica que consume la menor corriente posible y que funciona a la mayor velocidad posible. En este caso, el sistema de acuerdo con la invención comprende medios de tratamiento material y/o lógico sin procesador u operador flotante.

No obstante, es posible utilizar procesadores u operadores denominados flotantes (por ejemplo: el procesador Intel Pentium), en contraposición a los procesadores u operadores denominados enteros (por ejemplo, el procesador de tratamiento de señal Texas Instruments TMS320C54xx).

El procedimiento que antecede puede ser aplicado a todos los píxeles de la imagen transformada para conocer su valor a partir de los valores de los píxeles digitales.

Para este ejemplo de procedimiento se ha tomado, a título de ejemplo, un bloque de píxeles digitales de forma cuadrada. Sin embargo, como se ha representado en las Figuras 2b, 2c y 2d, este bloque podría tener cualquier otra forma (circular, hexagonal, etc.).

Se va a describir a continuación un perfeccionamiento del procedimiento y del sistema de la invención que permite realizar un tratamiento más rápido. Se constata que, para cada píxel transformado, el cálculo de una posición de un punto dentro de la imagen digital, con la ayuda de las informaciones formateadas, toma un tiempo que puede ser economizado.

La Figura 5a representa un organigrama de un ejemplo de variante de un procedimiento de cálculo de una imagen transformada.

Se escoge, para empezar (etapa ET0), dentro de la imagen transformada, un cierto número de píxeles que se denominarán píxeles transformados iniciales. Se escogen, por ejemplo, cuatro píxeles PXINIT.1 a 4.

Para cada píxel transformado se realiza el procedimiento que se ha descrito en lo anterior. Esto es por lo que en la Figura 5a se vuelven a encontrar las etapas ET1 a ET4 que son las mismas que las de la Figura 3. Una vez que se han aplicado las etapas ET1 a ET4 a un píxel transformado inicial PXINIT.4, el sistema se interroga (etapa ET5) para saber si se han tratado todos los píxeles transformados iniciales; si éste no es el caso, el procedimiento de las etapas ET1 a ET4 vuelve a comenzar por otro píxel transformado inicial. Una vez que se han tratado todos los píxeles transformados iniciales, el sistema está listo para pasar a la etapa siguiente ET6 del procedimiento. Se tiene, a la salida de la etapa ET5, la situación representada en la Figura 5b, con:

- en la imagen transformada ITR, cuatro píxeles transformados PXINIT.1 a 4;

- en la imagen digital INUM, cuatro bloques de píxeles digitales iniciales BPINIT.1 a 4, dentro de los cuales se encuentran unos puntos pninit.1 a 4. Las posiciones de los bloques BPINIT.1 a 4 dentro de la imagen INUM son conocidas (véase la etapa ET2 del procedimiento). Las posiciones de los puntos pninit.1 a 4 dentro de sus bloques respectivos son igualmente conocidas (véase la etapa ET3 del procedimiento ET3 del procedimiento).

Se trata ahora de calcular el valor de un píxel transformado PXTR.i cualquiera de la imagen transformada. En la Figura 5c, este píxel PXTR.i está situado entre los píxeles transformados iniciales, si bien esto no es obligatorio.

En el curso de la etapa ET6, se selecciona, por tanto, un píxel PXTR.i y se capta o adquiere su posición pxtr dentro de la imagen transformada.

En el curso de la etapa ET7, se calcula la posición relativa del píxel PXTR.i con respecto a los píxeles transformados iniciales PXINIT.1 a 4. Por ejemplo, conociendo las posiciones (px.1, px.2, etc.) de todos estos píxeles, se calculan las distancias 11 a 14 entre píxeles transformados iniciales, así como las distancias d1.1, d1.2, d2.1, ..., d4.1 del píxel PXTR.i a los píxeles transformados iniciales PXINIT.1 a 4. A continuación, se expresa la posición del píxel PXTR.i en posición relativa con respecto a los píxeles transformados iniciales y/o con respecto a las distancias que separan los píxeles transformados iniciales. Esta posición relativa podrá, así, ser expresada en porcentajes de distancias. Esta posición podrá, igualmente, ser expresada bajo la forma de una relación bi-lineal del tipo:

$$(d1.1)(d2.1)(px.4) + (1 - d1.1)(d2.1)(px.3) + (d1.1)(1 - d2.1)(px.2) + (1 - d1.1)(1 - d2.1)(px.1)$$

o cualquier otra relación de orden superior.

En el curso de la etapa ET8, se localiza el bloque de píxeles digitales BPNUM.i que contiene el punto resultante de la proyección matemática del píxel transformado PXTR.i sobre la imagen digital a partir de las relaciones de proporcionalidad anteriormente calculadas.

En el curso de la etapa ET9, con las mismas reglas de proporcionalidad, se determina la posición pxnum.i, dentro del bloque BPNUM.i, del punto resultante de la proyección matemática del píxel transformado PXTR.i sobre la imagen digital.

En este estadio, la utilización de las reglas de proporcionalidad, aplicada al conjunto de puntos de la imagen, es económica en cuanto a tiempo de cálculo con respecto a la utilización de las informaciones formateadas.

Como anteriormente, la posición del punto pxnum.i podrá ser cuantificada y ser expresada sobre un número limitado de bits. Podrá tomarse la misma base de cuantificación que la que se ha adoptado a la hora del cálculo de los valores de los píxeles transformados iniciales, de manera que se utilizan las mismas tablas de coeficientes para aplicación al bloque de píxeles digitales, a fin de obtener el valor del píxel PXFIC y, por tanto, el del píxel transformado PXTR.i (etapa ET10).

Se apreciará que:

- los píxeles transformados iniciales pueden estar dispuestos según una matriz regular, que el paso de la matriz puede ser una potencia de dos con el fin de poder beneficiar a instrucciones paralelas de un procesador, en particular, las instrucciones MMX, SSE, SSE2 de Intel, o la 3DNow de AMD;

- la localización de un bloque de píxeles (etapa ET8) y la localización de un punto dentro del bloque de píxeles localizado (etapa ET9) pueden realizarse por interpolación bi-lineal.

De acuerdo con una variante de realización de la invención, puede preverse realizar el procedimiento del cálculo del valor del píxel en varias etapas, a fin de reducir el tamaño de los bloques y el número final de adiciones y/o de multiplicaciones realizadas por el dispositivo de cálculo. Para ciertos valores de los coeficientes Cj que representan un operador de interpolación denominado matemáticamente separable por un experto de la técnica, es posible llevar a efecto el algoritmo general y/o optimizado para una transformación geométrica horizontal dentro de un primer tiempo y de nuevo para una transformación geométrica vertical sobre el resultado intermedio, de tal manera que el número de multiplicaciones y/o adiciones necesarias para tratar un bloque se divide, teóricamente, por dos.

Se apreciará igualmente que:

- la cuantificación de las posiciones de los píxeles transformados y de los píxeles digitales permite realizar tablas de coeficientes de dimensiones constantes y limitadas, lo que hace posible utilizar una memoria caché [memoria de acceso rápido] mucho más pequeña y tener una banda pasante de memoria principal mucho menor. Esto es posible porque los cálculos de las etapas ET3 y ET10 dependen únicamente de la posición digital dentro del bloque de píxeles;

- las tablas de coeficientes pueden ser confeccionadas de una vez para siempre en el sistema. Por supuesto, es posible tener varios tipos de tablas de coeficientes de diferentes tamaños correspondientes a bloques de píxeles digitales de distintos tamaños. De esta forma, será posible, modificando la precisión de la cuantificación, modificar la tasa de la aproximación del tratamiento y, por tanto, modificar la calidad de la imagen transformada obtenida. Es igualmente posible tener varios tipos de tablas de coeficientes del mismo tamaño pero en las que, para una misma posición de un punto dentro de un bloque de píxeles digitales, los diferentes tipos de tablas contienen coeficientes de valores diferentes con el fin de compensar a elección, llegado el caso, diferentes tipos de defectos distintos (distorsión, desdoblamiento, borrosidad...);

- una dimensión interesante para las tablas de coeficientes puede ser 4×4 , sin que ello sea obligatorio;

- los coeficientes pueden ser los de una interpolación bi-cúbica y los cálculos de las etapas ET3 y ET10 pueden realizarse bajo la forma de un producto escalar.

La aproximación del tratamiento resultante de la cuantificación sobre un número limitado de bits de las posiciones de los píxeles, como se acaba de describir, conduce a tener una imagen transformada que puede presentar una cierta diferencia con respecto a una imagen obtenida enteramente por transformación matemática. En estas condiciones, puede decidirse limitar esta aproximación previendo, dentro del procedimiento, una etapa de elección de umbral. Esta etapa recaerá, en particular, sobre la elección de un umbral de cuantificación, al decidir que la cuantificación no descienda por debajo de un umbral determinado, de tal manera que se tenga un cierto número de posiciones digitales de un punto dentro de un bloque de píxeles que no sea inferior a este suelo. Se podrá optimizar así el tiempo de cálculo para una calidad de imagen transformada determinada.

La Figura 8 representa un perfeccionamiento de la invención que permite economizar tiempo de cambio de memoria y, por tanto, tiempo de tratamiento. Se concibe fácilmente que el cálculo del valor de dos píxeles transformados vecinos conduce a utilizar dos bloques de píxeles digitales que tienen píxeles comunes y, por tanto, lleva a leer dos veces (según este ejemplo) los valores de estos píxeles comunes. El perfeccionamiento de la invención tiene por objeto evitar esta doble lectura. Para ello, se ha previsto escoger las posiciones de los píxeles transformados de manera tal, que se les trate con un cierto orden. Por ejemplo, puede decidirse tratar los píxeles transformados de la imagen transformada línea a línea y, dentro de cada línea, píxel a píxel, recorriendo cada línea de izquierda a derecha. Así, pues, en la Figura 8, puede tratarse en primer lugar el píxel PXTR.1, a continuación el píxel PXTR.2, etc.

El tratamiento del píxel PXTR.1 de acuerdo con el procedimiento anteriormente descrito da lugar:

- a la selección de un bloque de píxeles digitales BPNUM1,

- a la ubicación de un punto dentro del este bloque de píxeles,

- al cálculo del valor del píxel transformado PXTR.1 en función de la posición de este punto y del valor de los píxeles del bloque.

Según el perfeccionamiento del procedimiento y del sistema de acuerdo con la invención, los valores de los píxeles BPNUM.1 se guardan en una memoria temporal. De forma práctica, la memorización de los valores de estos píxeles podrá hacerse, por ejemplo, en memoria caché.

El tratamiento del píxel PXTR.2 da lugar a la selección, por ejemplo, del bloque de píxeles digitales BPNUM.2, el cual posee píxeles en común con el bloque BPNUM.1 anteriormente utilizado. Una vez guardados los valores de estos píxeles en la memoria temporal, el sistema tan sólo tiene necesidad de ir en busca de los valores de los píxeles de BPNUM.2 no comunes con el bloque BPNUM.1; en la Figura 1, se trata de los píxeles de la columna de la derecha del bloque BPNUM.2. Tras el tratamiento del píxel PXTR.2, se conservan en memoria temporal los valores de los píxeles del bloque BPNUM.2 con el fin de preparar el tratamiento del píxel transformado siguiente, PXTR.3.

Según una variante de la invención, pueden no guardarse en memoria temporal más que los valores de los píxeles comunes a los dos bloques de píxeles sucesivamente utilizados. De forma general, tan sólo se memorizarán en la memoria temporal los valores de un número medio de píxeles comunes a dos bloques de píxeles utilizados sucesivamente.

La descripción que antecede se ha realizado en el marco de la corrección de la distorsión, pero la invención es igualmente aplicable a la corrección o a la atenuación de la borrosidad, de tal modo que es posible realizar varias transformaciones de imagen consumiendo menos energía y menos tiempo.

Esta misma descripción es igualmente aplicable al caso de una sucesión o cadena de aparatos o a uno o varios aparatos que presentan defectos, por ejemplo, de distorsión. Una combinación de las informaciones formateadas se traduciría, en el espacio de la distorsión, en una simple suma vectorial y permitiría tratar la globalidad del defecto sobre la cadena de aparatos en una única acción.

Es igualmente posible combinar en una misma transformación varios tipos de correcciones, tales como el rellenado de los valores discretos RGB y/o CMJN sobre un captador de imagen en color, la supresión del desdoblamiento de la imagen, la adición de una función de ampliación o de zum, un cambio de perspectiva.

La Figura 6 esquematiza las etapas de cálculo (ET4 ó ET10) dentro de las cuales pueden preverse, con el fin de calcular el valor de cada píxel transformado, tablas de coeficientes suplementarios que permiten efectuar otras correcciones. Así, pues, en la Figura 6, las tablas de coeficientes Ca a Cn permiten calcular los valores corregidos de los píxeles después de la corrección de las distorsiones. Las tablas de coeficientes CA y CN permiten corregir otros defectos tales como la borrosidad, el desdoblamiento de la imagen, etc. La multiplicación de las tablas entre ellas, tal y como se indica en la Figura 6, ó cualquier otra operación que permita combinar los coeficientes de una tabla, permite combinar varias correcciones de tipos diferentes y, por tanto, economizar tiempo de tratamiento y consumo de energía. Tal disposición permite efectuar, a discreción, una o otra corrección, o bien el conjunto de correcciones si el usuario lo desea.

Se va a describir a continuación la aplicación de los ejemplos de realización de los procedimientos y sistemas anteriormente descritos al tratamiento de una imagen en color.

5 Puede considerarse que una imagen en color proviene de varios canales y suministra varios planos de imagen o planos de color.

Como se ha representado en la Figura 7, una imagen en color se considera como constituida por una imagen en rojo INUMR, una imagen en verde INUMV y una imagen en azul INUMB.

10 Los procedimientos anteriormente descritos se llevan a cabo hasta la etapa de cálculo del valor de un píxel transformado, es decir, hasta la etapa ET3 de la Figura 3 ó la ET9 de la Figura 5a. Se conoce entonces, por tanto, la posición de un bloque de píxeles digitales (BPNUMR, BPNUMV, BPNUMB) en cada imagen INUMR, INUMV, INUMB, así como la posición dentro de estos bloques de un punto correspondiente al píxel transformado cuyo valor se desea calcular. Se conocen igualmente los valores de los diferentes píxeles que constituyen los bloques BPNUMR, BPNUMV
15 y BPNUMB.

La posición del punto correspondiente al píxel transformado que se ha de calcular, permite acceder a una tabla de coeficientes, por ejemplo, la tabla CI en la Figura 7. Como anteriormente, se efectúa el cálculo

$$20 \quad \Sigma(vxnum.i \times Cj)$$

realizando la suma de los productos del valor de un píxel del bloque por el coeficiente correspondiente de la tabla de coeficientes. Se efectúa esta operación para el bloque BPNUMR de la imagen en rojo, a continuación para el bloque
25 BPNUMV de la imagen en verde y, por último, para el bloque BPNUMB de la imagen en azul. Se obtiene así el valor de un píxel transformado en sus componentes roja, verde y azul.

30 Semejante procedimiento y sistema permiten, para el color, economizar tiempo y consumo de energía. Tal tratamiento puede, de esta forma, ser integrado en un aparato foto-digital. Podrá contemplarse entonces añadir al tratamiento informaciones geométricas.

La invención es aplicable al tratamiento de las imágenes en color en las cuales los números de píxeles de diferentes colores o los números de canales en color (r, v, b) no son iguales. Por ejemplo, una imagen tricolor IMrvb, tal como la representada en la Figura 9a, puede comprender dos píxeles verdes para un píxel rojo y un píxel azul, cual es,
35 generalmente, el caso de los captadores en color en los que el ojo es muy sensible a las longitudes de onda del verde. Por otra parte, una imagen en color se considera, desde el punto de vista del tratamiento lógico de la imagen, de tal modo que comprende tantas imágenes (o planos de color), que existen colores de base en la imagen. Así, pues, la imagen IMrvb de la Figura 9a se considera de tal modo que comprende los tres planos de color IMr, IMv, IMb. En el procedimiento y en el sistema previamente descritos, cada plano de color será tratado independientemente, de tal
40 manera que se obtengan tres imágenes transformadas. Además, puede ser interesante dar un valor a cada píxel de cada una de estas imágenes transformadas. La Figura 9b representa tres planos de imagen transformados ITRr, ITRv e ITRb, correspondientes a los tres planos de imagen en color IMr, IMv e IMb de la Figura 9a. El cálculo del valor de cada píxel de los diferentes planos de imagen transformados se hace aplicando el procedimiento descrito anteriormente y tomando, para cada píxel de color transformado (por ejemplo, rojo), un bloque de píxeles digitales del plano de imagen
45 digital en color correspondiente (el plano IMr, de acuerdo con el ejemplo tomado).

Además, en la aplicación del procedimiento y del sistema a una imagen en color, a fin de economizar tiempo y energía eléctrica, podrán combinarse los tratamientos de tres planos en color.

50 En particular, podrá preverse aplicar una misma transformación geométrica entre un plano de imagen en color transformado y un plano de imagen en color digital para compensar, por ejemplo, la distorsión.

Podrán aplicarse igualmente, para los diferentes planos en color, transformaciones geométricas diferentes, de manera que se corrijan las aberraciones cromáticas y/o la distorsión.

55 Se apreciará que, en una imagen RVB (de tres canales), los planos en color transformados pueden ser obtenidos tomando un píxel sobre tres.

En la descripción que antecede, la imagen transformada y la imagen digital se corresponden por transformación
60 geométrica. Es posible combinar una primera transformación geométrica determinada resultante, en particular, de las características fijas y conocidas de los aparatos utilizados, con una segunda transformación geométrica tal como una transformación geométrica variable que es función de la imagen digital y, en particular, por ejemplo, de las condiciones de captación de la imagen (por ejemplo, aproximación o zum), de tal manera que es posible, con un pequeño coste añadido en tiempo y en energía, aplicar a la imagen digital la otra transformación geométrica, el zum, según el ejemplo
65 tomado, al mismo tiempo que la primera transformación geométrica, y es posible aplicar la transformación geométrica variable en una imagen digital que ha sido sometida a la primera transformación geométrica.

ES 2 324 817 T3

La segunda transformación geométrica puede ser, en particular:

- una rotación,

- una rotación de un cuarto de vuelta o de media vuelta,

- una traslación,

- una aproximación o zum,

- un redimensionamiento,

- un cambio de perspectiva,

- un cambio de punto de referencia,

- una proyección,

- una transformación geométrica representada por una función que permite calcular coordenadas x' e y' a partir de coordenadas x e y ,

- la identidad,

- una combinación de estos ejemplos,

- cualquier transformación geométrica, lineal o no.

La combinación entre las dos transformaciones geométricas puede ser realizada con diversos propósitos:

- aplicar a la imagen digital la segunda transformación geométrica, en particular, una aproximación o zum, al mismo tiempo que la primera transformación geométrica, para, por ejemplo, en el caso de que la transformación geométrica esté asociada a una distorsión, poder obtener una imagen transformada del mismo tamaño que la imagen digital, a pesar del redimensionamiento necesario para tener bordes de imagen rectos;

- combinar las distorsiones de varios aparatos de una cadena para corregirlas en una etapa;

- en el caso de, por ejemplo, un aparato foto-digital que produce imágenes de diversos tamaños aplicando un zum, y en el que la transformación geométrica está vinculada a las distorsiones geométricas del aparato, la combinación de la transformación geométrica con el zum permite corregir las distorsiones; pueden utilizarse para este fin informaciones que refieren el historial de los tratamientos aplicados a la imagen digital.

La combinación entre las dos transformaciones geométricas puede ser realizada de diversas maneras:

- por el cálculo con los parámetros;

- mediante el cálculo con las funciones matemáticas; por ejemplo, si se trata de campo de vectores, por adición de vectores, si se trata de polinomios, por combinación de polinomios; las funciones matemáticas pueden ser funciones que calculan coordenadas x' e y' a partir de coordenadas x e y ,

- por el cálculo con cada iteración de los procedimientos de las etapas ET2 y ET3; en este caso, la puesta en práctica del algoritmo optimizado permite hacer muy pequeño el coste añadido en tiempo de cálculo de la aplicación de la segunda transformación geométrica a los puntos transformados iniciales, cuando se aplica el procedimiento de la Figura 5a.

La invención es aplicable en cualquier sistema de tratamiento de imagen, pero también, igualmente, en los aparatos fotográficos, la cámara-grabadora [cámara de vídeo con grabadora incorporada en una unidad portátil], las cámaras de vigilancia, las cámaras informáticas del tipo de cámara web...

Los ejemplos de realización de la invención así descritos podrán llevarse a la práctica bajo la forma de lógica o bajo la forma de componentes cableados o instalados con cables.

La Figura 11 representa un ejemplo de sistema de acuerdo con la invención. El sistema comprende medios de cálculo MC. Los medios de cálculo MC ponen en práctica el procedimiento de acuerdo con la invención, a fin de calcular la imagen transformada ITR a partir de una imagen digital INUM, del valor de las características variables VCV y de informaciones formateadas IF relativas a una transformación geométrica, en particular, informaciones formateadas IF relativas a las distorsiones y/o aberraciones cromáticas de la cadena de aparatos P3.

ES 2 324 817 T3

El sistema puede comprender medios de tratamiento informático MTI para poner en práctica, en particular, el procedimiento según la invención para:

- cuantificar las posiciones digitales de tal modo que se obtengan posiciones digitales cuantificadas, y/o

- corregir las aberraciones cromáticas aplicando a cada plano de color una transformación geométrica diferente, a fin de combinar la transformación geométrica con otra transformación geométrica variable según la imagen digital, en particular, un zum,

- determinar el valor de las características variables VCV, para la imagen digital de que se trate, por ejemplo, utilizando los datos registrados en el formato Exif en el fichero que contiene la imagen digital INUM,

- escoger las posiciones transformadas.

Aplicación de la invención a la reducción de coste

Se denomina reducción de coste a un procedimiento y a un sistema para disminuir el coste de un aparato P25 ó de una cadena de aparatos P3, en particular, el coste de la óptica de un aparato de una cadena de aparatos; el procedimiento consiste en:

- disminuir el número de lentes, y/o

- simplificar la forma de las lentes, y/o

- concebir o escoger dentro de un catálogo una óptica que tenga defectos P5 más importantes que los deseados para el aparato o la cadena de aparatos, y/o

- utilizar materiales, componentes, tratamientos o procedimientos de fabricación menos costosos para el aparato o la cadena de aparatos, añadiendo los defectos P5.

El procedimiento y el sistema de acuerdo con la invención pueden ser utilizados para disminuir el coste de un aparato o de una cadena de aparatos: es posible concebir una óptica digital, producir informaciones formateadas IF relativas a los defectos P5 del aparato o a la cadena de aparatos, utilizar estas informaciones formateadas para permitir a unos medios de tratamiento de imagen, integrados o no, modificar la calidad de las imágenes procedentes del aparato o de la cadena de aparatos, o destinadas a éstos, de tal manera que la combinación del aparato o de la cadena de aparatos y los medios de tratamiento de la imagen permitan captar, modificar o restituir imágenes de la calidad deseada con un coste reducido.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para calcular una imagen transformada compuesta de puntos de imagen o píxeles que se denominan, en adelante, píxeles transformados (PXTR.1 a PXTR.m) a partir de una imagen digital (INUM) compuesta de píxeles que se denominan, en adelante, píxeles digitales (PXnum.1 a PXnum.m) y de informaciones formateadas (IF) relativas a una transformación geométrica, en particular, informaciones formateadas (IF) relativas a la distorsión y/o a las aberraciones cromáticas (P5) de una sucesión o cadena de aparatos (P3);

de tal manera que dicho píxel transformado está **caracterizado** por una posición transformada (pxtr) y un valor transformado (vxtr), de manera que dicho procedimiento comprende la etapa de calcular dicha imagen transformada (ITR) a partir de una aproximación (CAPP) de dicha transformación geométrica, comprendiendo el procedimiento, a este efecto, la etapa de calcular los valores (vxtr) de dichos píxeles transformados (PXTR.1 a PXTR.m) haciendo uso de un algoritmo general de la manera siguiente:

- se seleccionan píxeles transformados, denominados en adelante píxeles transformados iniciales (PXINIT.1 a PXINIT.4),
- se aplican los siguientes procedimientos para dichos píxeles transformados iniciales, a fin de obtener bloques de píxeles digitales iniciales (BPINIT.1 a BPINIT.4) y posiciones digitales iniciales (pninit.1 a pninit.4):
 - procedimiento (a), procedimiento de selección (ET1, ET2) dentro de dicha imagen digital, a partir de dichas informaciones formateadas, para cada posición transformada inicial (px), de un bloque de píxeles digitales inicial (BPINIT.i),
 - procedimiento (b), procedimiento de cálculo (ET3), a partir de dichas informaciones formateadas (IF), para cada posición transformada inicial (px), de una posición digital inicial (pninit.i) dentro de dicho bloque de píxeles digitales (BPINIT.i),
 - procedimiento (c), procedimiento de cálculo (ET4), para dicha posición transformada inicial (px), de dicho valor de píxel transformado inicial en función de los valores de los píxeles digitales (pninit.1) de dicho bloque de píxeles digitales (BPINIT.i) y de dicha posición digital (pninit.i);
 - se aplica a cada píxel transformado (PXTR.i) diferente de los píxeles transformados iniciales (PXINIT.1 a PXINIT.4) un algoritmo optimizado que comprende los procedimientos siguientes:
 - procedimiento (d), procedimiento de selección de un bloque de píxeles digitales (BPNUM.i) dentro de dicha imagen digital, a partir de dichos bloques digitales iniciales (BPINIT.1 a BPINIT.4), y
 - procedimiento (e), procedimiento de cálculo de una posición digital (pnnum.i) dentro de dicho bloque de píxeles digitales (BPNUM.i), a partir de dichos bloques digitales iniciales y/o a partir de cada posición transformada inicial (px.1 a px.4),
 - procedimiento (f), procedimiento de cálculo de dicho valor de píxel transformado (PXTR.i) en función de los valores de los píxeles digitales de dicho bloque de píxeles digitales (BPNUM.i) y de dicha posición digital (pnnum.i), de tal modo que dichas informaciones formateadas comprenden parámetros, permitiendo dichos parámetros escoger al menos una función matemática asociada a dicha transformación geométrica, de manera que la o dichas funciones matemáticas permiten calcular dicho bloque de píxeles digitales y dicha posición digital a partir de dicha posición transformada.

2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, de tal manera que dicho procedimiento se pone en práctica con medios de tratamiento material y/o lógico, de modo que dicho algoritmo optimizado hace uso exclusivamente de datos enteros o de coma fija.

3. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, de tal modo que dicho procedimiento comprende, además, la etapa de cuantificar dichas posiciones digitales (QU1) para obtener posiciones digitales cuantificadas.

4. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, de tal modo que dicho procedimiento comprende, además, la etapa de calcular bloques de coeficientes (Ca a Cn y CA a CN), de manera que dichos procedimientos (c) y (f) se realizan:

- utilizando dicha posición digital cuantificada (QU1) para seleccionar un bloque de coeficientes (Ca a Cn y/o CA a CN),

5 - calculando dicho valor de píxel transformado a partir de dicho bloque de coeficientes y de dicho bloque de píxeles digitales.

10 5. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, de tal modo que los procedimientos de cálculo (c) y (f) del valor de píxel transformado son igualmente aplicables a otra transformación diferente de dicha transformación geométrica, en particular, la atenuación de la borrosidad de dicha imagen.

15 6. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, de tal modo que dicha imagen digital proviene de un captador que tiene varios canales, de manera que dichos canales pueden ser combinados para producir planos de color (IMr a IMb), y los procedimientos de cálculo (c) y (f) del valor de píxel transformado permiten igualmente combinar dichos canales con el fin de obtener dichos planos de color.

7. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, de tal modo que dicha imagen digital está compuesta de planos de color, siendo dicho procedimiento tal, que, para corregir las aberraciones cromáticas, se aplica a cada plano de color una transformación geométrica diferente.

20 8. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, de tal modo que dicho procedimiento comprende, además, la etapa de combinar dicha transformación geométrica con otra transformación geométrica variable según dicha imagen digital, en particular, una aproximación o zum.

25 9. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, de tal manera que dichas informaciones formateadas dependen de características variables según la imagen digital, en particular, el tamaño de dicha imagen digital, de modo que dicho procedimiento comprende, además, la etapa de determinar el valor de dichas características variables, para dicha imagen digital, de tal manera que dichos procedimientos (a) y (b) utilizan dichas informaciones formateadas dependientes del valor, así determinado, de dichas características variables;

30 de tal manera que la puesta en práctica del procedimiento para informaciones formateadas dependientes de una característica variable se reduce a la puesta en práctica del procedimiento para informaciones formateadas que no dependen de ninguna característica variable.

35 10. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, de tal modo que dichas informaciones formateadas están asociadas a defectos de distorsión y/o a aberraciones cromáticas de dicha sucesión o cadena de aparatos, de manera que dichos parámetros están asociados a un campo medido.

40 11. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, de tal modo que dicha imagen transformada presenta una cierta diferencia con la imagen obtenida por aplicación de dicha transformación geométrica a dicha imagen digital, de manera que dicho procedimiento comprende, además, las siguientes etapas:

- la etapa de elegir un umbral,
- 45 - la etapa de elegir el algoritmo general y/o el algoritmo optimizado, y/o los puntos transformados iniciales, de tal manera que dicha diferencia sea inferior a dicho umbral.

50 12. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 11, de tal modo que dicha imagen transformada presenta una cierta diferencia con la imagen obtenida por aplicación de dicha transformación geométrica a dicha imagen digital, de manera que dicho procedimiento comprende, además, las siguientes etapas:

- la etapa de elegir un umbral,
- 55 - la etapa de elegir el algoritmo general y/o el algoritmo optimizado, y/o los puntos transformados iniciales y/o la cuantificación de las posiciones digitales cuantificadas, de tal manera que dicha diferencia sea inferior a dicho umbral.

60 13. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, de manera que dicho procedimiento comprende, además, la etapa de escoger dichas posiciones transformadas de tal modo que dichos bloques de píxeles digitales seleccionados por dichos procedimientos (a) y/o (d) tengan un número medio de píxeles digitales comunes determinado.

65 14. Un sistema para calcular una imagen transformada (ITR) compuesta de puntos de imagen o píxeles que se denominan, en adelante, píxeles transformados (PXTR.1 a PXTR.m) a partir de una imagen digital (INUM) compuesta de píxeles que se denominan, en adelante, píxeles digitales (PXnum.1 a PXnum.m) y de informaciones formateadas (IF) relativas a una transformación geométrica, en particular, informaciones formateadas (IF) relativas a la distorsión y/o a las aberraciones cromáticas (P5) de una sucesión o cadena de aparatos (P3);

de tal manera que dicho píxel transformado está **caracterizado** por una posición transformada (pxtr) y un valor transformado (vxtr), de manera que dicho sistema comprende medios de cálculo (MC) para calcular dicha imagen transformada (ITR) a partir de una aproximación (CAPP) de dicha transformación geométrica, siendo utilizados estos medios de cálculo para calcular los valores (vxtr) de dichos píxeles transformados haciendo uso de:

- medios para seleccionar píxeles transformados, denominados en adelante píxeles transformados iniciales (PINIT.1 a PIINIT.4),
- medios de tratamiento informático que comportan un algoritmo general que comprende los siguientes procedimientos para dichos píxeles transformados iniciales (BPINIT.1 a BPINIT.4), a fin de obtener bloques de píxeles digitales iniciales (BPINIT.1 a BPINIT.4) y posiciones digitales iniciales (pninit.1 a pninit.4):
 - procedimiento (a), procedimiento de selección, dentro de dicha imagen digital, a partir de dichas informaciones formateadas, para cada posición transformada inicial (px), de un bloque de píxeles digitales inicial (BPINIT.i),
 - procedimiento (b), procedimiento de cálculo, a partir de dichas informaciones formateadas, para cada posición transformada inicial (px), de una posición digital inicial (pninit.i) dentro de dicho bloque de píxeles digitales inicial (BPINIT.i),
 - procedimiento (c), procedimiento de cálculo, para dicha posición transformada, de dicho valor de píxel transformado inicial en función de los valores de los píxeles digitales iniciales de dicho bloque de píxeles digitales inicial y de dicha posición digital inicial (pninit.i);
 - medios de tratamiento informático para aplicar a cada píxel transformado (PXTR.i) diferente de los píxeles transformados iniciales (PXINIT.1 a PXINIT.4) un algoritmo optimizado que comprende los procedimientos siguientes:
 - procedimiento (d), procedimiento de selección de un bloque de píxeles digitales (BPNUM.i) dentro de dicha imagen digital, a partir de dichos bloques digitales iniciales (BPINIT.1 a BPINIT.4) y/o a partir de cada posición transformada inicial (px.1 a px.4)”
 - procedimiento (e), procedimiento de cálculo de una posición digital (pnnum.i) dentro de dicho bloque de píxeles digitales (BPNUM.i), a partir de dichos bloques digitales iniciales y/o a partir de cada posición transformada inicial (px.1 a px.4)”
 - procedimiento (f), procedimiento de cálculo de dicho valor de píxel transformado (PXTR.i) en función de los valores de los píxeles digitales de dicho bloque de píxeles digitales y de dicha posición digital, de tal modo que dichas informaciones formateadas comprenden parámetros, permitiendo dichos parámetros escoger al menos una función matemática asociada a dicha transformación geométrica, de manera que la o dichas funciones matemáticas permiten calcular dicho bloque de píxeles digitales y dicha posición digital a partir de dicha posición transformada.

15. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 14, de tal modo que dicho algoritmo general o dicho algoritmo optimizado son ejecutados por medios de tratamiento material y/o lógico, de manera que dicho algoritmo optimizado hace uso exclusivamente de datos enteros o de coma fija.

16. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 14 ó la reivindicación 15, de tal manera que dicho sistema comprende, además, medios de tratamiento informático (MC, QU1) para cuantificar dichas posiciones digitales de modo que se obtengan posiciones digitales cuantificadas.

17. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 16, de tal manera que dicho sistema comprende, además, medios de cálculo para calcular bloques de coeficientes (Ca a Cn y CA a CN), de tal modo que dichos procedimientos (c) y (f) se llevan a cabo:

- utilizando dicha posición digital cuantificada para seleccionar un bloque de coeficientes (Ca a Cn y/o CA a CN),
- calculando dicho valor de píxel transformado a partir de dicho bloque de coeficientes y de dicho bloque de píxeles digitales.

18. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, de tal modo que los procedimientos de cálculo (c) y (f) del valor de píxel transformado son igualmente aplicables a otra transformación diferente de dicha transformación geométrica, en particular, la atenuación de la borrosidad de dicha imagen.

19. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 18, de tal modo que dicha imagen digital proviene de un captador que tiene varios canales, de manera que dichos canales pueden ser combinados para producir planos de color (IMr a IMb), y los procedimientos de cálculo (c) y (f) del valor de píxel transformado son tales, que permiten igualmente combinar dichos canales con el fin de obtener dichos planos de color.

20. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 19, de tal modo que dicha imagen digital está compuesta de planos de color, siendo dicho sistema tal, que, para corregir las aberraciones cromáticas, dichos medios de tratamiento informático permiten aplicar a cada plano de color una transformación geométrica diferente.

21. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 20, siendo dicho sistema tal, que dichos medios de tratamiento informático permiten combinar dicha transformación geométrica con otra transformación geométrica variable según dicha imagen digital, en particular, una aproximación o zum.

22. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 21, de tal manera que dichas informaciones formateadas dependen de características variables según la imagen digital, en particular, el tamaño de dicha imagen digital, de modo que dicho sistema comprende, además, medios de tratamiento informático para determinar el valor de dichas características variables, para dicha imagen digital, de tal manera que dichos procedimientos (a) y (b) utilizan dichas informaciones formateadas dependientes del valor, así determinado, de dichas características variables.

23. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 22, de tal modo que dichas informaciones formateadas están asociadas a defectos de distorsión y/o a aberraciones cromáticas de dicha sucesión o cadena de aparatos, de manera que dichos parámetros están asociados a un campo medido.

24. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 23, de tal modo que dicha imagen transformada presenta una cierta diferencia con la imagen obtenida por aplicación de dicha transformación geométrica a dicha imagen digital, de modo que dicho sistema comprende, además, medios de tratamiento informático que permiten llevar a efecto un algoritmo general y/o un algoritmo optimizado, y/o puntos transformados iniciales, de tal manera que dicha diferencia sea inferior a un umbral escogido.

25. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 24, de tal modo que dicha imagen transformada presenta una cierta diferencia con la imagen obtenida por aplicación de dicha transformación geométrica a dicha imagen digital, de modo que dicho sistema comprende, además, medios de tratamiento informático que permiten llevar a efecto un algoritmo general y/o un algoritmo optimizado, y/o puntos transformados iniciales y/o la cuantificación de las posiciones digitales cuantificadas, de tal manera que dicha diferencia sea inferior a un umbral escogido.

26. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 25, de manera que dicho sistema comprende, además, medios de tratamiento informático para escoger dichas posiciones transformadas de tal modo que dichos bloques de píxeles digitales seleccionados por dichos procedimientos (a) y/o (d) tengan un número medio de píxeles digitales comunes determinado.

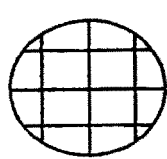
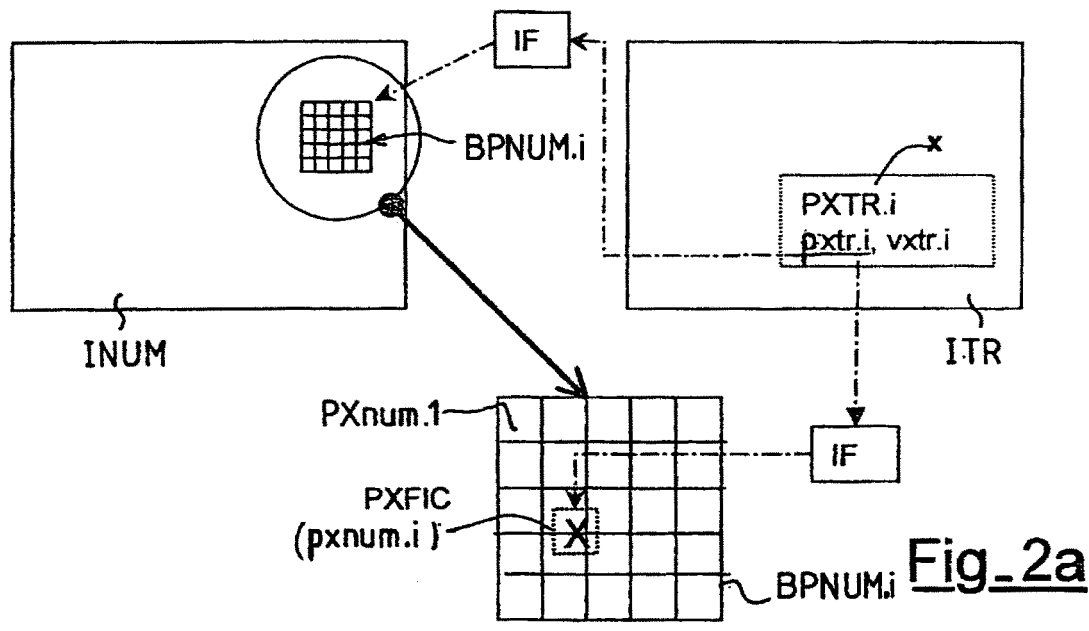
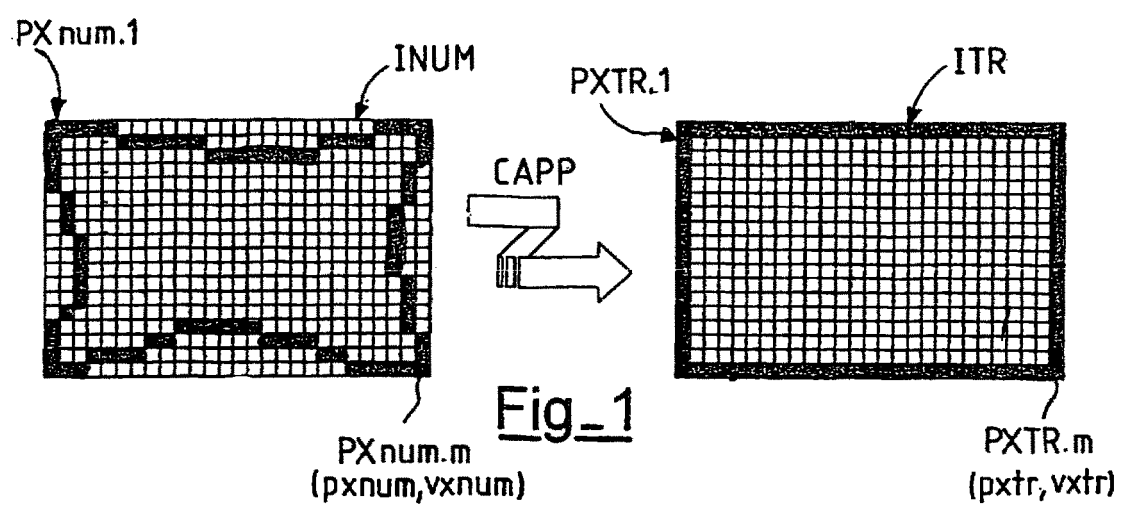


Fig_2b

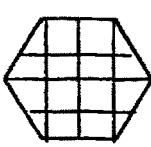


Fig_2c

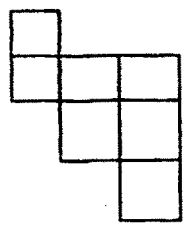


Fig_2d

FIG_3

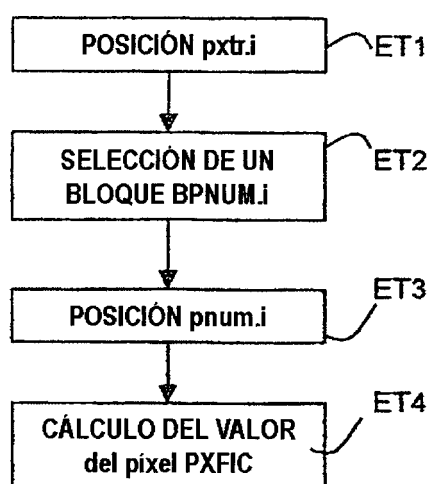
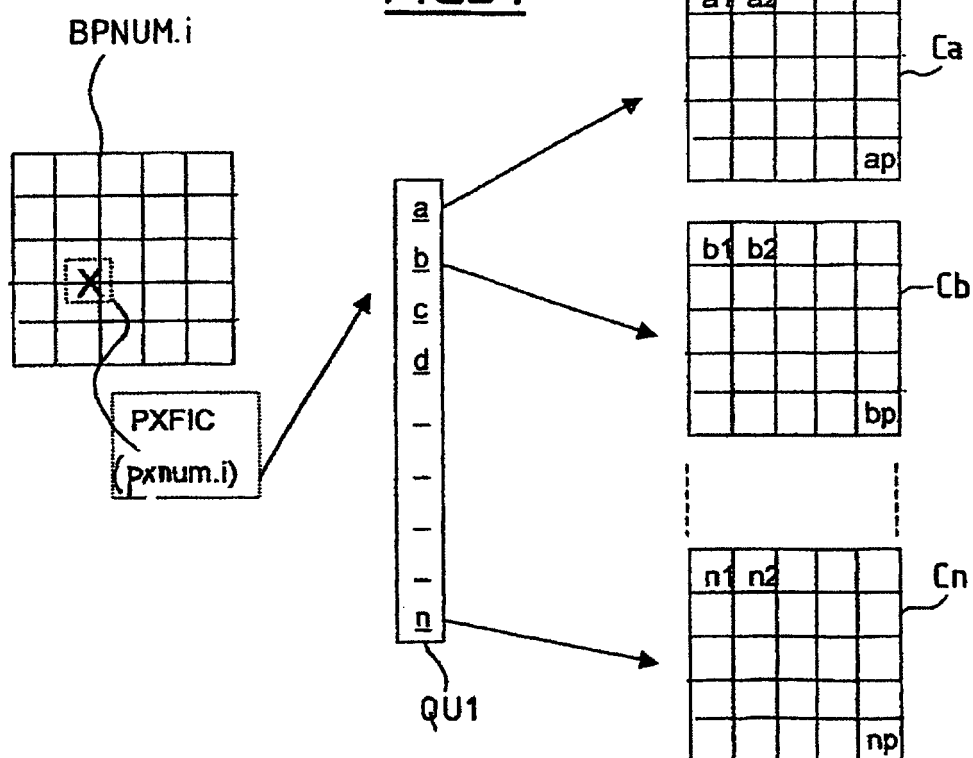


FIG_4



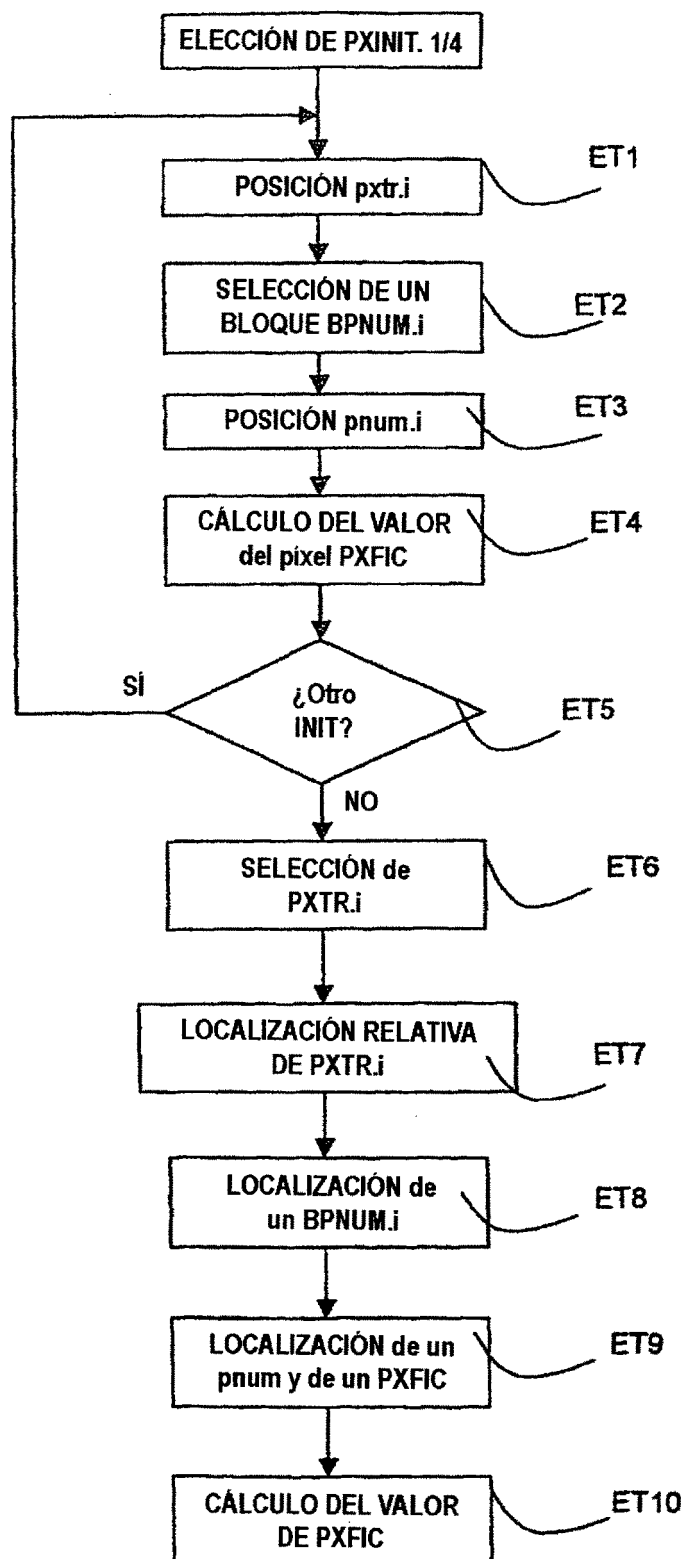


Fig. 5a

FIG_5b

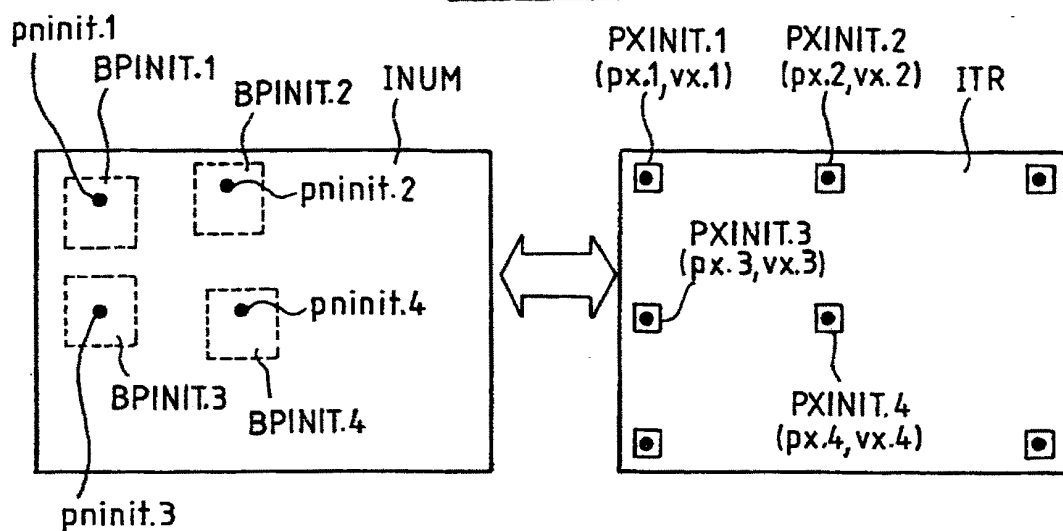


FIG_5c

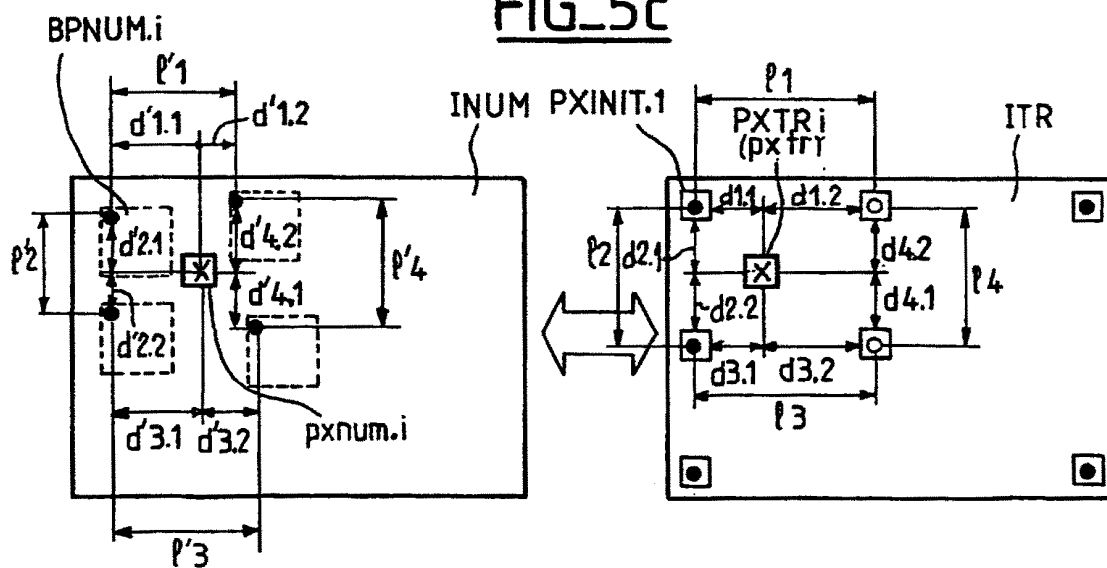


FIG_6

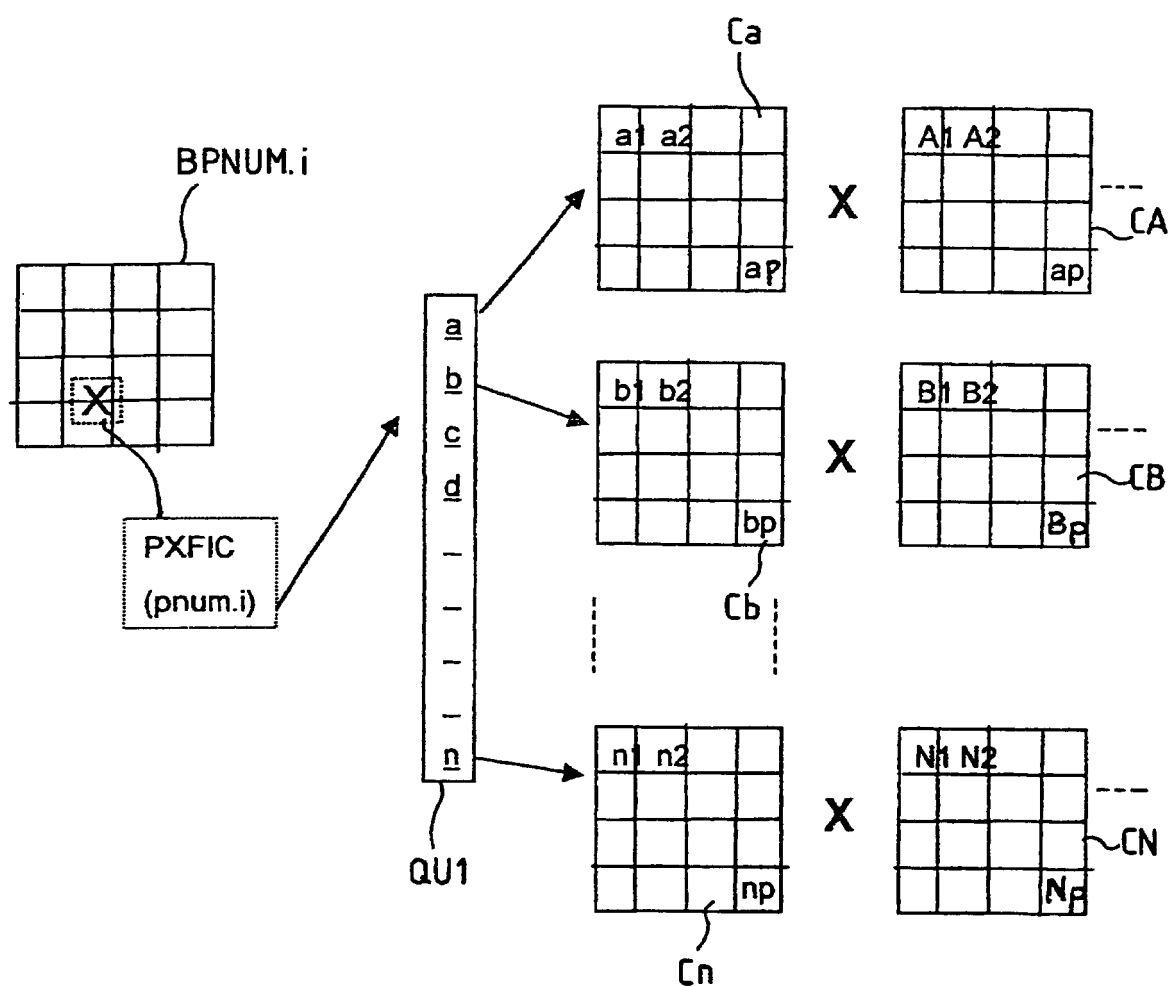
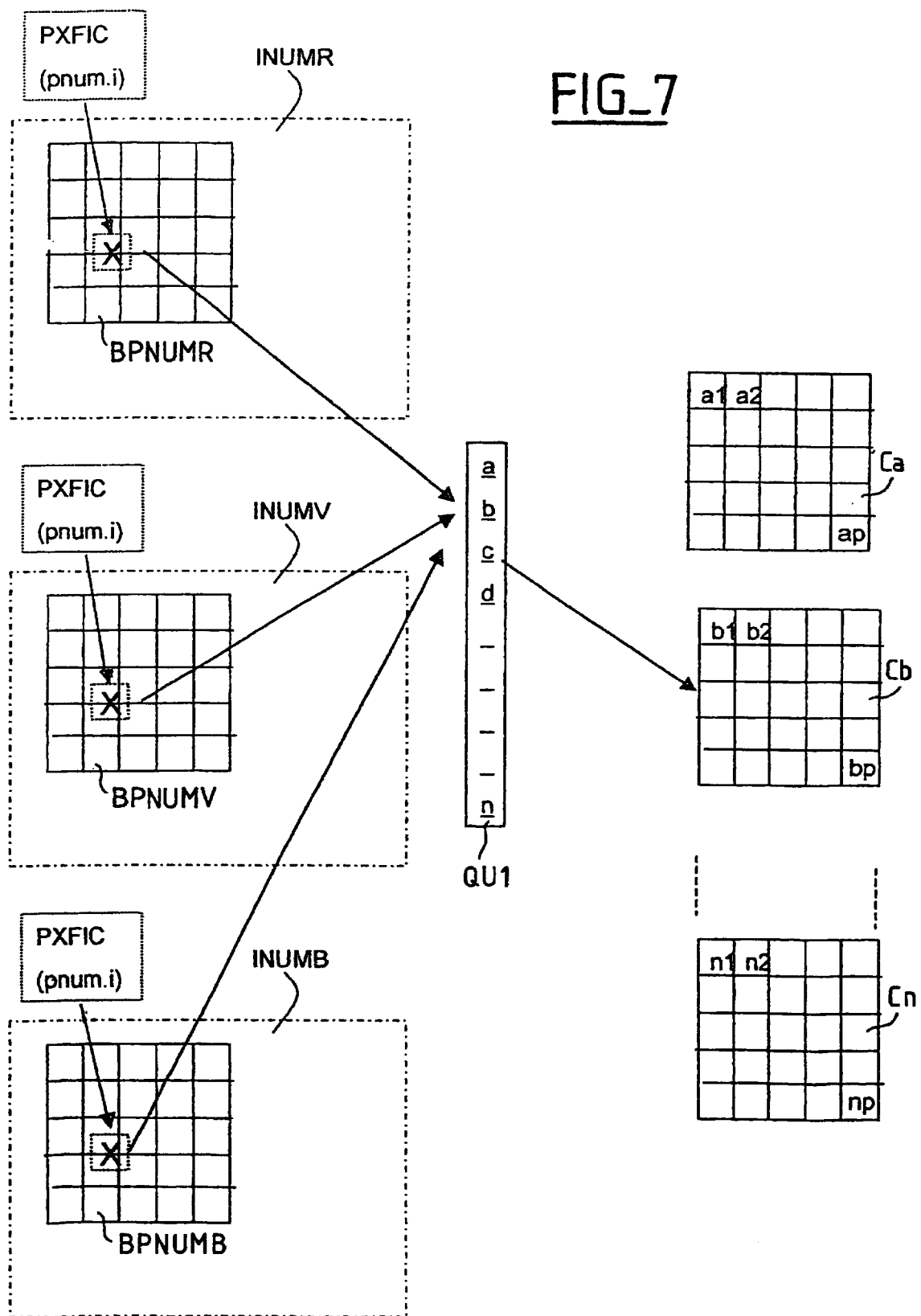
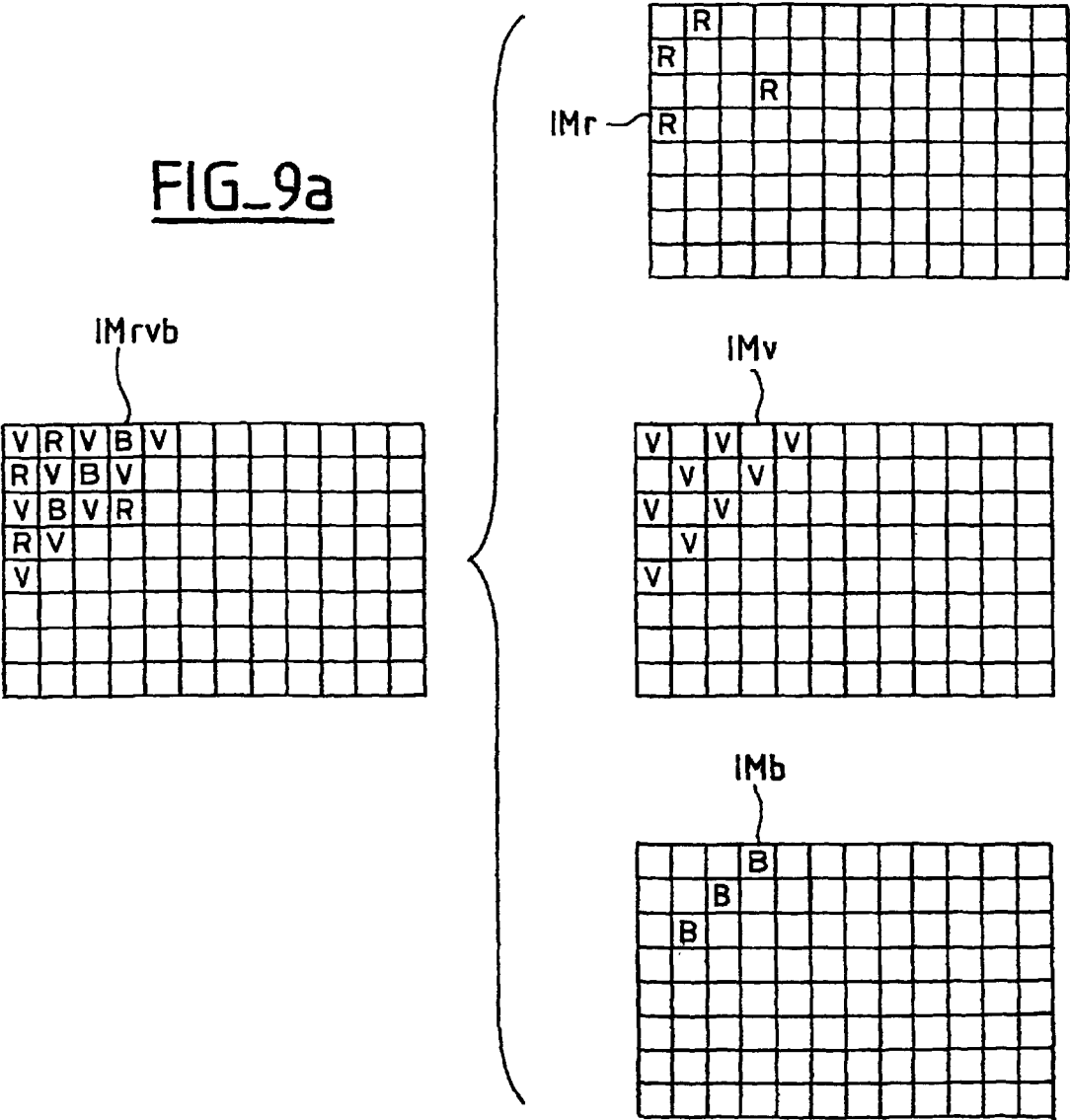
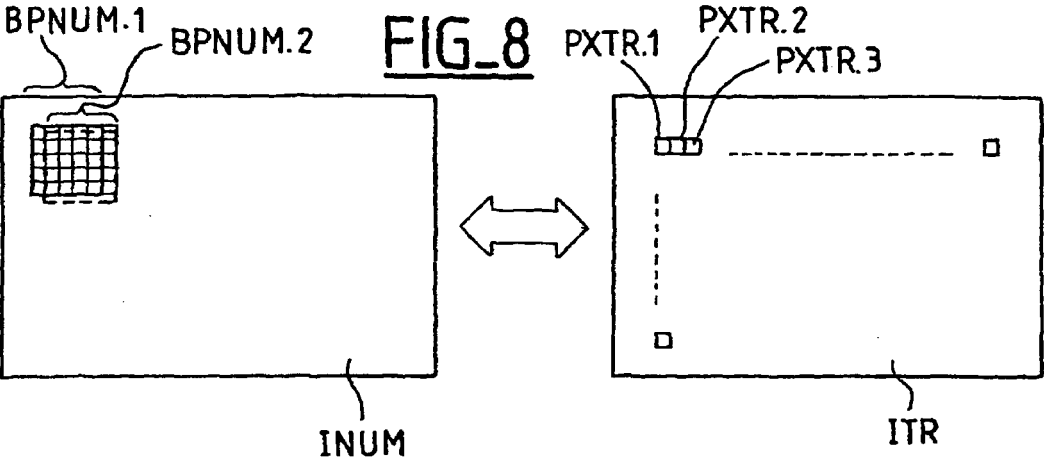


FIG_7





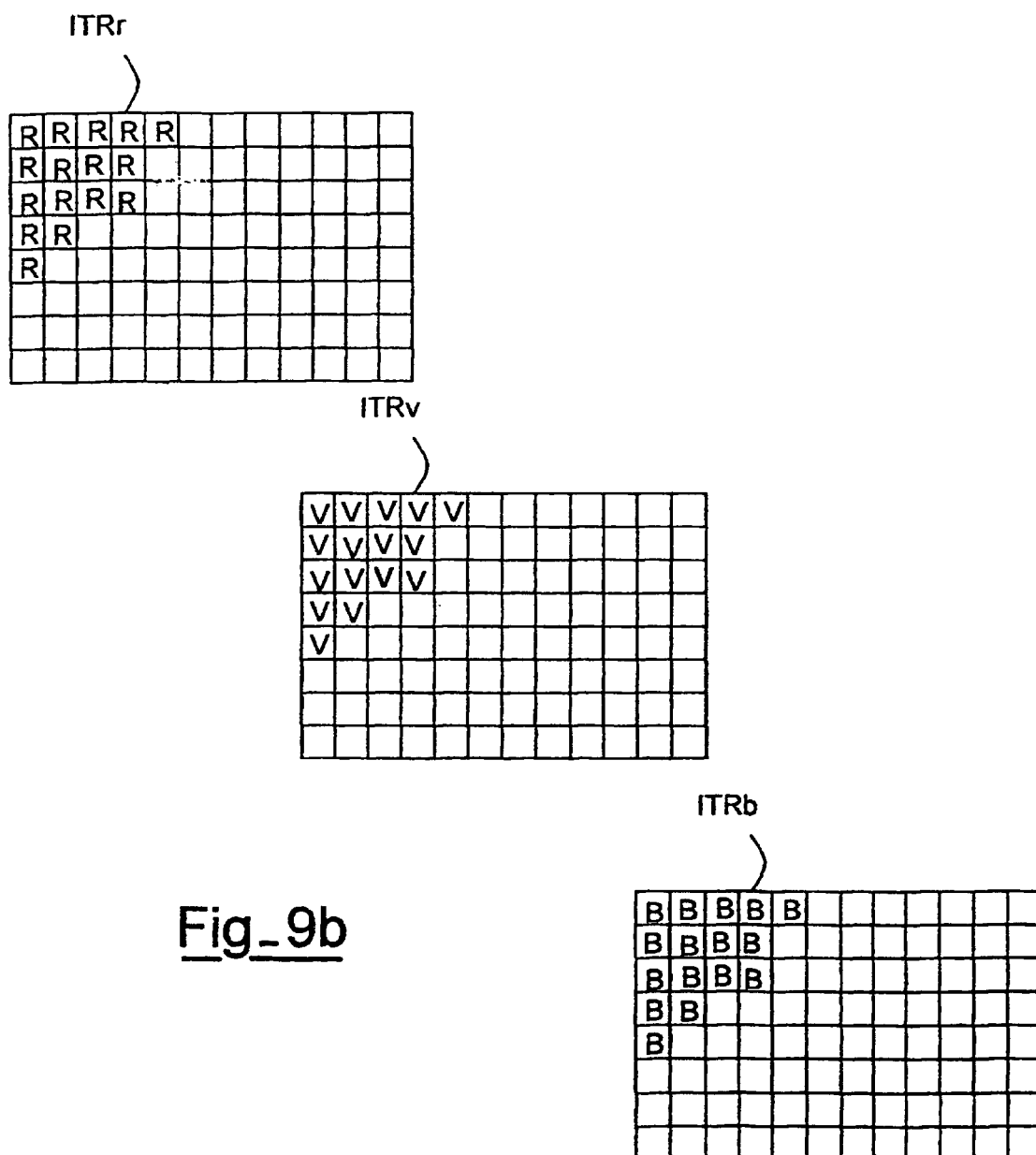


FIG_10

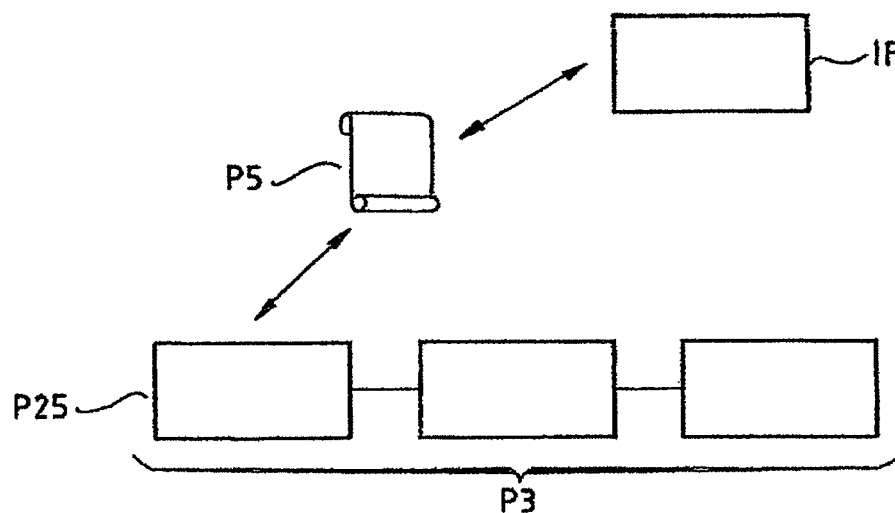


FIG_11

