(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 628 010**

(51) Int. CI.:

H04N 19/30 (2014.01)
H04N 19/423 (2014.01)
H04N 9/64 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2010 PCT/US2010/060851**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **14.07.2011 WO11084639**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2010 E 10842625 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2513861**

(54) Título: **Formateo basado en resolución de datos de imagen comprimidos**

(30) Prioridad:

16.12.2009 US 287120 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.08.2017

(73) Titular/es:

RED.COM, LLC (100.0%)
20291 Valencia Circle
Lake Forest, CA 92630, US

(72) Inventor/es:

JANNARD, JAMES H.;
LOHMAN, ROB WOUTER y
GREENE, RICHARD

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

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

Formateo basado en resolución de datos de imagen comprimidos

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud se basa en y reivindica prioridad por la Solicitud Provisional de Estados Unidos número 61/287.120 presentada el 16 de Diciembre de 2009.

Antecedentes

La presente descripción se refiere a dispositivos para compresión, descompresión o reconstrucción de datos de imagen para imágenes fijas o en movimiento, tales como datos de imagen detectados con una cámara digital.

Las cámaras digitales pueden detectar imágenes ópticas usando sensores con matrices de filtros de color, de modo que cada elemento de imagen (o píxel) del sensor corresponde a un color. Por ejemplo, un sensor con una matriz de filtros de color de configuración Bayer tendrá algunos elementos sensores que detectarán luz en las longitudes de onda del verde, algunos elementos sensores que detectarán luz en las longitudes de onda del azul, y algunos elementos sensores que detectarán luz en las longitudes de onda del rojo. Se reconstruye una imagen a todo color usando mediciones tomadas de los elementos sensores.

Puede usarse diferentes algoritmos para reconstruir la imagen a todo color. Algunos algoritmos son rápidos, pero no proporcionan calidad óptima en la imagen reconstruida. Otros algoritmos proporcionan mejor calidad de imagen, pero pueden ser lentos. Las cámaras digitales, tal como las destinadas a capturar imágenes fijas y en movimiento, generan grandes cantidades de datos, y la reconstrucción de una imagen a plena resolución produce un aumento de la cantidad de datos a los que hay que acceder.

WO99/60793 describe un método y aparato de codificación que incluye dividir datos de imagen en bruto en una pluralidad de canales. Los datos de imagen en bruto son comprimidos y cuantificados, antes de la codificación. Los datos de imagen comprimidos y codificados pueden ser almacenados canal por canal y banda secundaria por banda secundaria.

US6549674 describe compresión de imágenes en base a transformada a modo de onditas en mosaico usando filtros de borde y no borde. Se describen estructuras de datos de almacenamiento de imágenes en las que la información de las cabeceras de un archivo de imagen permite la indexación a cualquier parte del archivo.

WO2009/087783 describe un método para comprimir datos de imagen.

Resumen

Un algoritmo de compresión que opera en una cámara digital puede comprimir componentes de imagen en una base de color a color. Las mediciones comprimidas pueden descomprimirse entonces fuera de cámara, y el usuario puede elegir el algoritmo apropiado para reconstruir una imagen a todo color. La resolución de una imagen reconstruida a partir de una imagen comprimida puede ser limitada. Por ejemplo, la anchura de banda de una interfaz de datos puede limitar la tasa a la que pueden enviarse datos por la interfaz de datos. La resolución de un medio de visualización puede ser menor que la resolución de una imagen comprimida. Un medio de visualización puede no tener potencia de procesado suficiente para presentar imágenes a plena resolución a una tasa deseada. Algunos datos contenidos en la imagen podrían ser imperceptibles al observador, y el usuario puede determinar que resoluciones más bajas son aceptables. Por estas y otras razones, un algoritmo de compresión puede proporcionar visualización a varias resoluciones.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques ejemplar que ilustra un sistema que puede incluir hardware y/o puede estar configurado para realizar métodos para procesar datos de imagen.

La figura 2 es un diagrama de flujo ejemplar que ilustra la preparación y el formateo de una imagen comprimida.

La figura 3 es un diagrama de flujo ejemplar que ilustra la compresión de una imagen.

La figura 4 es un diagrama de flujo ejemplar que ilustra la descompresión de una imagen.

Las figuras 5A-5C ilustran bandas secundarias ejemplares correspondientes a una transformada de ondita.

La figura 6 ilustra componentes de datos ejemplares que pueden ser usados al comprimir una imagen.

Las figuras 7A-7D ilustran asignaciones de espacio ejemplares para algoritmos de compresión de tasa fija y de tasa variable.

La figura 8 ilustra una configuración repetitiva en una matriz de filtros de color.

La figura 9 es un diagrama de flujo ejemplar que ilustra la reconstrucción de una imagen comprimida.

Descripción detallada

La figura 1 es un diagrama de bloques de componentes en un dispositivo ejemplar que detecta datos ópticos y comprime los datos detectados. Un módulo óptico 10 enfoca una imagen en el sensor de imagen 12. Los sensores pueden incluir, por ejemplo, una matriz de dispositivos de acoplamiento de carga (CCD) o sensores Metal-Óxido-Semiconductor Complementario (CMOS) tal como sensores de píxel activo. Tal sensores de imagen se forman típicamente sobre chips de silicio y pueden contener millones de células de sensor de imagen. Cada célula de sensor detecta luz que llega a su superficie y envía una señal que corresponde a la intensidad de la luz detectada. La luz detectada es digitalizada después.

Dado que estos sensores de imagen son sensibles a un amplio espectro de longitudes de onda de luz, se puede disponer una matriz de filtros de color sobre la superficie fotosensible de tales sensores. Un tipo de matriz de filtros de color es una matriz de filtros de color de configuración Bayer, que pasa selectivamente longitudes de onda de rojo, azul o verde a elementos sensores. Sin embargo, la salida de tal sensor es una imagen mosaico. Esta imagen mosaico está formada por las matrices de solapamiento de píxeles rojo, verde y azul. La imagen mosaico es interpolada cromáticamente generalmente después, de modo que cada elemento de imagen tenga un conjunto completo de datos de imagen en color. Los datos de imagen en color pueden expresarse en el formato de color RGB o cualquier otro formato de color.

Algunas realizaciones aquí descritas se describen en el contexto de una videocámara que tiene un solo dispositivo sensor con un filtro de configuración Bayer. Sin embargo, estas realizaciones también pueden aplicarse a cámaras que tienen otros tipos de sensores de imagen (por ejemplo, Bayer CMY así como otras configuraciones no Bayer), otros números de sensores de imagen, que operan en diferentes tipos de formato de imagen, y que están configurados para imágenes finas y/o en movimiento. Se ha de entender que las realizaciones aquí descritas son realizaciones ejemplares, pero no limitadoras, y las invenciones aquí descritas no se limitan a las realizaciones ejemplares descritas.

Volviendo a la figura 1, el hardware óptico 10 puede estar en forma de un sistema de lente que tiene al menos una lente configurada para enfocar una imagen entrante sobre el sensor de imagen 12. El hardware óptico 10 puede estar, opcionalmente, en forma de un sistema de lentes múltiples que proporcione zoom, apertura y enfoque variables. Además, el hardware óptico 10 puede tener forma de un casquillo de lente soportado por un alojamiento de cámara y configurado para recibir una pluralidad de diferentes tipos de sistemas de lente, por ejemplo, aunque sin limitación, el hardware óptico 10 incluye un casquillo configurado para recibir varios tamaños de sistemas de lente incluyendo una lente zoom de 50-100 milímetros (F2.8), una lente zoom de 18-50 milímetros (F2.8), una lente 300 milímetros (F2.8), 15 milímetros (F2.8), una lente de 25 milímetros (F1.9), una lente de 35 milímetros (F1.9), una lente de 50 milímetros (F1.9), una lente de 85 milímetros (F1.9), y/o cualquier otra lente. Como se ha indicado anteriormente, el hardware óptico 10 puede estar configurado de tal manera que, a pesar de que la lente esté montada en él, las imágenes puedan ser enfocadas sobre una superficie fotosensible del sensor de imagen 12.

El sensor de imagen 12 puede ser cualquier tipo de dispositivo de detección de imagen, incluyendo, por ejemplo, aunque sin limitación, CCD, CMOS, dispositivos CMOS apilados verticalmente tal como el sensor Foveon®, o una matriz de sensores múltiples que usa un prisma para dividir la luz entre los sensores. En algunas realizaciones, el sensor de imagen 12 puede incluir un dispositivo CMOS que tiene aproximadamente 12 millones de fotocélulas. Sin embargo, también se puede usar sensores de otros tamaños. En algunas configuraciones, la cámara 10 puede estar configurada para enviar vídeo a una resolución horizontal de “4,5k” (por ejemplo, 4.520 x 2540), “4k” (por ejemplo, 4.096 x 2.540 píxeles), “2k” (por ejemplo, 2048 x 1152 píxeles) u otras resoluciones. En el sentido en que se usa aquí, en los términos expresados en el formato de xk (tal como 2k y 4k indicados anteriormente), la cantidad “x” se refiere a la resolución horizontal aproximada. Por ejemplo, la resolución “4k” corresponde a aproximadamente 4000 o más píxeles horizontales y “2k” corresponde a aproximadamente 2000 o más píxeles.

La cámara también puede estar configurada para submuestrear y posteriormente procesar la salida del sensor 12 para obtener salida vídeo a 2K, 1080p, 720p o cualquier otra resolución. Por ejemplo, los datos de imagen procedentes del sensor 12 pueden estar “en ventanas”, reduciendo por ello el tamaño de la imagen de salida y permitiendo velocidades de lectura más altas. Sin embargo, también se puede usar sensores de otros tramaños. Además, la cámara puede estar configurada para muestrear hacia arriba la salida del sensor 12 para obtener salida vídeo a resoluciones más altas.

La salida del sensor 12 puede almacenarse en una memoria 16. Algunos elementos sensores pueden estar defectuosos, o la salida de algunos elementos sensores puede ser inexacta. Por ejemplo, un valor de sensor para un

elemento sensor puede permanecer constante independientemente de la cantidad de luz que llega al elemento sensor, o un valor de sensor puede no reflejar exactamente la cantidad de luz que llega al elemento sensor. También puede haber defectos en la matriz de filtros de color. En estos casos, el módulo de corrección de sensor de imagen 14 puede sustituir los datos del elemento sensor defectuoso por datos de otros elementos sensores. Por ejemplo, si un elemento sensor correspondiente a un filtro verde es defectuoso, la salida del elemento sensor defectuoso podría ser sustituida por algún valor medio de elementos sensores verdes cerca del elemento defectuoso. También puede haber variación en las ganancias en las filas de datos obtenidas del sensor. El módulo de corrección de sensor de imagen 14 puede ajustar los valores detectados para compensar estas variaciones. El módulo de corrección de sensor de imagen 14 puede operar, por ejemplo, en datos que están almacenados en la memoria 16, o puede operar en datos cuando vienen del sensor de imagen 12.

Con referencia continuada a la figura 1, los datos de imagen se preparan para compresión en el módulo de preparación de compresión 18. En algunas realizaciones, el módulo de preparación de compresión 18 puede estar configurado para separar los datos del sensor por color. Por ejemplo, con una matriz de filtros de color Bayer, los datos de imagen pueden separarse en datos de imagen rojos, datos de imagen azules, y datos de imagen verdes.

En algunas configuraciones de matrices de filtros de color, el número de elementos sensores asociado con cada color puede variar. Por ejemplo, la matriz de filtros de color Bayer tiene el doble de elementos verdes que elementos rojos y elementos azules. Además de separaciones por color, los datos de imagen para un color pueden dividirse en grupos más pequeños. En algunas realizaciones usando una matriz de filtros de color Bayer, los datos de imagen se pueden separar en datos de imagen rojos, datos de imagen azules, primeros datos de imagen verdes y segundos datos de imagen verdes en preparación para compresión. En algunas realizaciones, los datos de imagen en color pueden transformarse a otro espacio de color antes de la compresión. Por ejemplo, los datos de imagen en color en un espacio de color RGB pueden transformarse a uno de muchos espacios de color diferentes, tal como un espacio de color YUV, un espacio de color YCbCr, o un espacio de color personalizado.

Algunos algoritmos de compresión o chips son optimizados para datos codificados gamma. Consiguientemente, puede aplicarse una función gamma o curva log de potencia antes de la compresión. Para no realizar cálculos complicados para cada elemento de imagen, la función gamma podría ser codificada en una tabla de consulta. En algunas realizaciones, se usa la tabla de consulta opcional para uno o varios canales a comprimir, tal como los canales de datos verdes o los canales de datos Y. En otras realizaciones, se usan tablas de consulta para todos los canales a comprimir. Puede usarse la misma tabla de consulta para canales diferentes, o cada canal puede tener su propia tabla de consulta.

En algunas realizaciones, una curva preénfasis usa una relación similar a $y = x^a + b$, donde a podría ser, por ejemplo, 0,5, y donde b podría ser, por ejemplo, 0. En algunas realizaciones, la curva preénfasis puede ser usada donde los datos de imagen eran, por ejemplo pero sin limitación, datos de punto flotante en el rango 0-1 normalizado. En otras realizaciones, por ejemplo, donde los datos de imagen son datos de 12 bits, la imagen puede ser procesada usando una relación de

$$y = \sqrt{\frac{x}{4095}},$$

de modo que los datos de 12 bits sean normalizados de modo que estén dentro de un rango entre 0 y 1. Además, los datos de imagen pueden ser procesados con otras curvas, tal como $y = ax^b + c$ donde $0,0<b<1$ y c es un desplazamiento, que puede ser 0 en algunas realizaciones. Además, también pueden usarse curvas log. Por ejemplo, las curvas en forma y=A*log(B*x+C) donde A, B, y C son constantes elegidas para proporcionar los resultados deseados. Además, las curvas y los procesos anteriores pueden modificarse para proporcionar zonas más lineales cerca del negro, similares a las técnicas utilizadas en la curva gamma Rec709. Al aplicar estos procesos a los datos de imagen, pueden aplicarse los mismos procesos a todos los datos de imagen, o se puede aplicar procesos diferentes a los diferentes colores de datos de imagen. Sin embargo, éstas son simplemente curvas ejemplares que pueden ser usadas para procesar los datos de imagen, o también se puede usar curvas o transformadas. Además, estas técnicas de procesado pueden aplicarse usando funciones matemáticas como las indicadas anteriormente, o con tablas de consulta (LUTs). Las curvas almacenadas en una tabla de consulta pueden variar con respecto a las curvas descritas anteriormente. Además, una curva puede usar diferentes ecuaciones para rangos de datos de entrada. Por ejemplo, un rango inferior de una curva puede representarse con $y = ax^b + c$ mientras que un rango superior de la curva puede representarse con y = dx + e. Además, puede usarse diferentes procesos, técnicas o transformadas para diferentes tipos de datos de imagen, diferentes entornos ISO usados durante el registro de los datos de imagen, la temperatura (que puede afectar a los niveles de ruido), etc.

Una vez que los datos están preparados para compresión, el módulo de preparación de compresión 18 puede almacenar, por ejemplo, los datos preparados en la memoria 16, o puede suministrar los datos al módulo de compresión 20.

El módulo de preparación de compresión 18 puede dividir los datos de imagen en mosaicos que pueden comprimirse por separado. Los mosaicos pueden tener cualquier tamaño, y la imagen completa puede considerarse un mosaico. No es necesario dividir la imagen en mosaicos para compresión.

El módulo de compresión 20 comprime entonces los datos del módulo de preparación de compresión 18. En algunas realizaciones, el módulo de compresión 20 usa procesadores para realizar la compresión, tal como procesadores de tipo general, DSPs, o procesadores especializados para procesado de imágenes. En otras realizaciones, el módulo de compresión 20 usa chips de compresión para realizar la compresión. Por ejemplo, el módulo de compresión 20 podría usar uno o varios chips personalizados tal como, por ejemplo, chips personalizados ASIC o FPGA, o uno de muchos chips de compresión o conjuntos de chips disponibles en el mercado. El módulo de compresión 20 puede incluir subcomponentes para permitir la compresión paralela de datos de imagen. Por ejemplo, el módulo de compresión 20 puede usar un primer procesador o chip de compresión para comprimir elementos de imagen correspondientes a una primera longitud de onda en una matriz de filtros de color (por ejemplo, rojo, verde o azul), y un segundo procesador o chip de compresión para comprimir elementos de imagen correspondientes a una segunda longitud de onda en la matriz de filtros de color.

En algunas realizaciones, el módulo de compresión 20 incluye uno o más chips de compresión JPEG 2000. En algunas realizaciones, el módulo de compresión 20 incluye uno o más chips ADV202 o ADV212 JPEG 2000 Video Codec que se puede obtener de Analog Devices. En algunas realizaciones, el módulo de compresión 20 incluye uno o varios codecs QuVIS Digital Mastering que se pueden obtener de QuVIS, Inc. En algunas realizaciones, el módulo de compresión 20 incluye uno o varios codecs RB5C635 JPEG 2000 que se pueden obtener de Ricoh.

Después de la compresión, un módulo de formateo de datos 22 prepara los datos comprimidos para transmisión por una interfaz de datos 24. El módulo de formateo de datos 22 puede preparar los datos de modo que sean conformes con un formato estándar, tal como JPEG 2000, o puede preparar los datos usando un formato no estándar. El módulo de formateo de datos 22 puede seleccionar porciones de los datos comprimidos para inclusión en los datos para la imagen final. Por ejemplo, el módulo de formateo de datos 22 puede usar solamente una porción de los datos comprimidos de modo que el tamaño resultante de la imagen sea menor que el tamaño capturado.

Los datos formateados son transmitidos después por la interfaz de datos 24. La interfaz de datos 24 puede transmitir, por ejemplo, los datos a una unidad de disco duro, tarjeta flash compacta, o unidad de estado sólido. Los datos también pueden ser transmitidos por uno o varios enlaces de comunicación de datos. Los protocolos de comunicación ejemplares pueden incluir Ethernet, USB, USB2, USB3, IEEE 1394 (incluyendo, aunque sin limitación, FireWire 400, FireWire 800, FireWire S3200, FireWire S800T, i.LINK, DV), SATA y SCSI. Pueden usarse múltiples dispositivos de almacenamiento o enlaces de comunicaciones en paralelo para aumentar la tasa de registro a través de la interfaz de datos 24.

La figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra una realización ejemplar para comprimir datos de imagen. En el paso 30, el sensor de imagen 12 detecta los datos de imagen. En el paso 32, los defectos o inexactitudes de los datos de imagen detectados del sensor son corregidos opcionalmente en las mediciones de los sensores. Las correcciones ejemplares pueden incluir sustituir datos de elementos sensores muertos con datos de elementos circundantes, o ajustar la variación en ganancias en filas de datos obtenidos del sensor.

En el paso 34, los datos de imagen son preparados para compresión. En algunas realizaciones, los datos del sensor son agrupados por color. Por ejemplo, con una matriz de filtros de color Bayer, los datos de imagen pueden separarse en uno o más grupos de datos de imagen rojos, uno o más grupos de datos de imagen azules, y uno o más grupos de datos de imagen verdes. En algunas realizaciones, los datos de imagen en color pueden ser transformados a otro espacio de color antes de la compresión. Por ejemplo, los datos de imagen en color en un espacio de color RGB pueden transformarse a uno de muchos espacios de color diferentes, tal como un espacio de color YUV, un espacio de color YCbCr, o un espacio de color personalizado. Un espacio de color personalizado ejemplar puede usar un primer canal para una diferencia entre datos rojos y verdes y un segundo canal para una diferencia entre datos azules y verdes. En algunas realizaciones, la interpolación cromática puede ser parte del proceso de transformación de espacio de color. Los datos de imagen pueden dividirse en mosaicos que pueden comprimirse por separado. Los mosaicos pueden tener cualquier tamaño, y la imagen completa puede considerarse un mosaico. No es necesario dividir la imagen en mosaicos para la compresión.

En el paso 36, los datos de imagen son comprimidos. Puede usarse múltiples componentes de compresión para comprimir los datos en paralelo, o se puede usar un solo componente de compresión para comprimir los datos en serie. Los datos de imagen pueden separarse en canales para compresión. Por ejemplo, si los datos a comprimir están en el espacio de color RGB, los canales pueden incluir uno o varios canales de datos de imagen rojos, uno o varios canales de datos de imagen azules, y uno o varios canales de datos de imagen verdes. Si los datos a comprimir están en el espacio de color YUV, los canales pueden incluir uno o varios canales de datos de imagen Y, uno o varios canales de datos de imagen U, y uno o varios canales de datos de imagen V. En algunas realizaciones, el espacio de color puede incluir uno o varios canales de datos de imagen verdes, uno o varios canales derivados de una diferencia entre los datos de imagen rojos y los datos de imagen verdes, y uno o varios canales derivados de una diferencia entre datos de imagen azules y datos de imagen verdes. En algunas realizaciones, un primer

componente de compresión comprime un primer canal de datos de imagen verdes, un segundo componente de compresión comprime un segundo canal de datos de imagen verdes, un tercer componente de compresión comprime un canal derivado de una diferencia entre datos de imagen rojos y datos de imagen verdes, y un cuarto componente de compresión comprime un canal derivado de una diferencia entre datos de imagen azules y datos de imagen verdes.

En algunas realizaciones, los datos de los canales son comprimidos usando un algoritmo de compresión escalable. Los tipos de algoritmos de compresión escalables incluyen, por ejemplo, algoritmos de capa progresiva, resolución progresiva y componente progresivo.

En algunas realizaciones, los datos de los canales son comprimidos usando un algoritmo de compresión escalable tal como JPEG 2000. Una implementación JPEG 2000 ejemplar puede usar transformadas de ondita como la transformada de ondita de punto flotante (9/7) o la transformada de ondita entera (5/3). El algoritmo de compresión puede permitir la personalización de parámetros de compresión, tal como un factor de cuantificación, tamaño de bloque de código, número de niveles de transformada, compresión reversible o irreversible, una relación de compresión deseada con una salida de tasa de bits variable, una salida de tasa de bits fija deseada con una tasa de compresión variable, orden de progreso, formato de salida, o ponderación visual.

La salida del algoritmo de compresión escalable también puede modificarse para obtener una relación de compresión o salida de tasa de bits deseada. Por ejemplo, con un algoritmo de compresión escalable que tiene una pluralidad de niveles de transformación, algunos niveles de transformación salidos del algoritmo podrían decaer. En algunas realizaciones, los niveles de transformación caen de modo que se logre una relación de compresión deseada. En otras realizaciones, los niveles de transformación caen de modo que no se exceda una salida de tasa de bits fija deseada.

En algunas realizaciones, el algoritmo de compresión opera en diferentes canales de datos en paralelo. Por ejemplo, si los datos a comprimir están en el espacio de color YUV, los canales pueden incluir uno o varios canales de datos de imagen Y, uno o varios canales de datos de imagen U, y uno o varios canales de datos de imagen Y. Un primer componente de compresión puede comprimir el canal U, un segundo componente de compresión puede comprimir el canal V, y componentes de compresión tercero y cuarto pueden comprimir el canal Y. En otro ejemplo, el espacio de color puede incluir uno o varios canales de datos de imagen verdes, uno o varios canales derivados de una diferencia entre datos de imagen rojos y datos de imagen verdes, y uno o varios canales derivados de una diferencia entre datos de imagen azules y datos de imagen verdes. Los componentes de compresión primero y segundo pueden comprimir canal(es) de datos de imagen verdes, un tercer componente de compresión puede comprimir un canal derivado de una diferencia entre datos de imagen rojos y datos de imagen verdes, y un cuarto componente de compresión puede comprimir un canal derivado de una diferencia entre datos de imagen azules y datos de imagen verdes.

La compresión de los varios canales puede ser controlada estableciendo diferentes parámetros para cada canal. Aunque los componentes de compresión individuales en estos ejemplos pueden tener parámetros para controlar los niveles de compresión para los canales individuales, puede obtenerse beneficios adicionales examinando la salida comprimida para determinar más asignación de bits. En algunas realizaciones, los varios componentes de compresión pueden no estar en comunicación uno con otro para coordinar niveles de compresión, o la arquitectura de sistema general puede no facilitar fácilmente la coordinación de los componentes de compresión.

En el paso 38, la salida comprimida del paso 46 puede ser examinada para determinar si los datos comprimidos deberán modificarse más. En algunas realizaciones, los niveles de transformación de uno o varios canales pueden caer de modo que se logre una relación de compresión general. En otras realizaciones, los niveles de transformación de uno o varios canales pueden caer de modo que no se supere una salida de tasa de bits general para todos los canales.

En el paso 40, los datos comprimidos son formateados. En algunas realizaciones, los datos pueden estar ya en el formato deseado, de modo que no se precisa manipulación adicional. En algunas realizaciones, los datos son formateados para su conformidad con un protocolo estándar tal como JPEG 2000. En algunas realizaciones, los datos son encriptados.

La figura 3 ilustra un proceso para comprimir datos de imagen usando la entropía de la imagen. En el paso 42, se preparan los datos de imagen fuente para compresión. En algunas realizaciones, la compresión para cada canal se realiza por separado. En algunas realizaciones, un canal puede tener uno o más mosaicos que son procesados por separado.

En algunas realizaciones, se aplica una transformada a los datos de imagen fuente en el paso 44. Por ejemplo, puede usarse transformada DCT o de ondita para transformar datos de imagen (tal como RGB, YUV, YCrCb, u otros formatos de datos de imagen) como preparación para la compresión. En algunas realizaciones, se aplica una transformada de ondita diádica a cada uno de los datos de canal Y, los datos de canal U y los datos de canal V. En otras realizaciones, se aplica una transformada de ondita diádica a cada uno de los datos de canal G, los datos de

diferencia de canal R y G, y datos de diferencia de canal B y G.

Los datos transformados son cuantificados después en el paso 46. En algunas realizaciones, la cuantificación puede saltarse, o el tamaño del paso de cuantificación puede ponerse a 1,0, dando lugar a no cuantificación. Los diferentes canales pueden tener diferentes tamaños de paso de cuantificación. Además, los diferentes niveles de transformación pueden tener diferentes tamaños de paso de cuantificación. En algunas realizaciones, los tamaños de paso de cuantificación pueden lograr un nivel dado de “calidad”. En algunas realizaciones, los tamaños de paso de cuantificación pueden lograr una tasa fija, tal vez mediante un proceso iterativo.

Los datos cuantificados son codificados después en entropía en el paso 48, dando lugar a los datos de imagen comprimidos en el paso 50.

La figura 4 ilustra un proceso similar para descomprimir datos de imagen que se comprimieron usando la entropía de la imagen. En el paso 52, los datos de imagen comprimidos son suministrados a un decodificador de entropía en el paso 54. Los datos de imagen descodificados son reescalados según la cuantificación que se aplicó en el paso 46. Se aplica una transformada inversa en el paso 58 a los datos de imagen reescalados, dando lugar a datos de imagen de salida en el paso 60 que corresponden a los datos de imagen fuente en el paso 42 de la figura 3. Si la compresión es sin pérdida, los datos de imagen de salida serán los mismos que los datos de entrada de imagen. Si la compresión es con pérdidas, los datos de imagen de salida pueden ser diferentes de los datos de imagen de entrada. En algunas realizaciones de compresión con pérdidas, las diferencias entre la imagen de salida reconstruida y la imagen original de entrada pueden ser visualmente inapreciables.

Las figuras 5A-5C ilustran un ejemplo de aplicar una transformada de ondita bidimensional para descomponer un mosaico en una serie de niveles cada uno de los cuales contienen un número de bandas secundarias. Estas bandas secundarias describen los componentes de alta y baja frecuencia de las características horizontal y vertical del nivel. Por ejemplo, la figura 5A ilustra un cuadrante 1LL que está compuesto de las frecuencias bajas en las direcciones horizontal y vertical, un cuadrante 1HL que está compuesto de las frecuencias bajas en la dirección horizontal y las frecuencias altas en la dirección vertical, un cuadrante 1LH compuesto de las frecuencias altas en la dirección horizontal y las frecuencias bajas en la dirección vertical, y un cuadrante 1HH compuesto por frecuencias altas en las direcciones horizontal y vertical. Cada uno de los cuadrantes 1LL, 1HL, 1LH y 1HH ilustrados en la figura 5A tiene una resolución que es la mitad de la resolución original en cada dirección. Así, cada cuadrante tiene un cuarto de los píxeles de la imagen original.

La figura 5B ilustra otra aplicación de la transformada de ondita al cuadrante 1LL de la figura 5A, dando lugar a nuevos cuadrantes 1LL, 1HL, 1LH y 1HH, teniendo cada uno de los nuevos cuadrantes la mitad de la resolución en cada dirección de cuadrante 1LL de la figura 5A. El cuadrante 2HL de la figura 5B corresponde al cuadrante 1HL e la figura 5A, el cuadrante 2LH de la figura 5B corresponde al cuadrante 1LH de la figura 5A, y el cuadrante 2HH de la figura 5B corresponde al cuadrante 1HH de la figura 5A.

La figura 5C ilustra el proceso de aplicar más transformadas al cuadrante 1LL de la figura 5B. El proceso de aplicar transformadas al cuadrante de baja frecuencia 1LL puede continuarse, dando lugar cada transformación progresivamente a niveles de resolución más pequeños. En algunas realizaciones, el proceso puede repetirse para proporcionar, por ejemplo, hasta cinco niveles de resolución. En otras realizaciones, el proceso puede repetirse para proporcionar diez, doce o más niveles de resolución. El número máximo de niveles de resolución posibles solamente está limitado por el tamaño de la imagen original, aunque se puede obtener menos beneficio cuando los niveles de resolución son demasiado numerosos.

Los datos transformados pueden almacenarse de varias formas. Por ejemplo, los datos transformados podrían almacenarse por canal (por ejemplo, rojo, azul, verde 1 o verde 2), por resolución (por ejemplo, 1LL, 2LL, 3LL, etc), por cuadros, o una combinación de estos acercamientos.

Las imágenes capturadas a una resolución alta pueden verse a veces a una resolución más baja. Por ejemplo, los datos de una videocámara pueden enviarse por una conexión de red a un dispositivo de visualización que tenga una resolución más baja que la resolución de los datos capturados. No hay que transmitir la información de alta resolución que no usará el dispositivo de visualización de resolución más baja, y transmitir solamente la información de resolución más baja puede ayudar a evitar problemas de anchura de banda en la red. En algunas realizaciones, los datos de imagen se almacenan en un formato que permite el acceso a datos a niveles de resolución individuales, de modo que la información de resolución más alta no tiene que ser procesada para ver información de resolución más baja.

Algunas matrices de filtros de color contienen elementos de color duplicados. Por ejemplo, una configuración Bayer contiene típicamente dos elementos verdes por cada elemento rojo o azul. Aunque se capturen dos canales verdes, podría usarse un solo canal verde para reconstruir las imágenes. Los datos de imagen pueden almacenarse en un formato que permita el acceso al canal rojo, azul y primer verde sin requerir el acceso al segundo canal verde. Así, para algunas aplicaciones de anchura de banda más baja, puede usarse solamente tres de los cuatro canales de color para reconstrucción, y no hay que transmitir el cuarto canal.

Puede usarse una serie de desplazamientos para localizar posiciones iniciales para varias resoluciones y/o canales. En algunas realizaciones, los desplazamientos pueden identificar las posiciones directamente. Por ejemplo, los desplazamientos pueden apuntar a posiciones específicas medidas desde el inicio de un archivo. En otras realizaciones, los desplazamientos pueden ser acumulativos de desplazamientos previos. Por ejemplo, cada cuadro de datos de imagen puede tener un desplazamiento asociado. En algunas realizaciones, un cuadro de datos vídeo puede incluir una pluralidad de mosaicos, donde las piezas de mosaicos se unen formando el cuadro. Cada mosaico puede estar asociado con un desplazamiento. Con los cuadros y/o los mosaicos de datos vídeo, puede haber desplazamientos adicionales que se miden desde el inicio del cuadro o mosaico de datos vídeo y apuntan, por ejemplo, a componentes relativos a dicho cuadro de datos vídeo.

En algunas realizaciones, los desplazamientos pueden ser desplazamientos de bits de modo que los desplazamientos indiquen bloques de datos. El formato de archivo puede permitir desplazar la configuración del número de bits, que, a su vez, puede corresponder a un tamaño de archivo máximo. Por ejemplo, si el desplazamiento está desplazado 12 bits para proporcionar una alineación de 4 Kbytes, un desplazamiento de 32 bits permite un indicador de desplazamiento máximo de 16 Terabytes (2^{32+12}=17.592.186.044.416=16 Terabytes). Igualmente, un desplazamiento de 14 bits proporciona una alineación de 16 Kbytes, y un desplazamiento de 32 bits permite un indicador de desplazamiento máximo de 64 Terabytes.

Los desplazamientos pueden proporcionarse para resoluciones y/o canales de color específicos, o los desplazamientos pueden proporcionarse para agrupaciones de resoluciones y/o canales de color. El ejemplo 1 siguiente ilustra desplazamientos para cada nivel de resolución, con los canales verde 1, azul y rojo agrupados y el canal verde 2 agrupado por separado. El ejemplo asume que hay M+1 niveles de resolución y N mosaicos. El primer desplazamiento apunta al primer mosaico y el nivel de resolución más bajo para los canales verde 1, azul y rojo. El segundo desplazamiento apunta al nivel de resolución más bajo siguiente, y el proceso continúa hasta el nivel de resolución más alto M+1. Desplazamientos similares para el segundo mosaico siguen a los desplazamientos para el primer mosaico. El proceso continúa con respecto a todos los N mosaicos. Después de procesar los canales verde 1, azul y rojo para los M+1 niveles de resolución y los N mosaicos, el canal verde 2 es procesado para los M+1 niveles de resolución y los N mosaicos.

Ejemplo 1:

Desplazamiento #		Descripción
1	mosaico 1	verde 1 1LL, azul 1LL, rojo 1LL
2	mosaico 1	verde1 1HL, azul 1HL, rojo 1HL, verde1 1LH, azul 1LH, rojo 1LH, verde1 1HH, azul 1HH, rojo 1HH
3	mosaico 1	verde1 2HL, azul 2HL, rojo 2HL, verde1 2LH, azul 2LH, rojo 2LH, verde1 2HH, azul 2HH, rojo 2HH
•		•
M+1	mosaico 1	verde1 MHL, azul MHL, rojo MHL, verde1 MLH, azul MLH, rojo MLH, verde1 MHH, azul MHH, rojo MHH
M+2	mosaico 2	verde1 1LL, azul 1LL, rojo 1LL
	mosaico 2	verde1 1HL, azul 1HL, rojo 1HL, verde1 1LH, azul 1LH, rojo 1LH, verde1 1HH, azul 1HH, rojo 1HH
•		•
2(MxN)+N	mosaico 2	verde1 MHL, azul MHL, rojo MHL, verde1 MLH, azul MLH, rojo MLH, verde1 MHH, azul MHH, rojo MHH
2(MxN)+N+1	mosaico 1	verde2 1LL
2(MxN)+N+2	mosaico 1	verde2 1HL verde2 1LH verde2 1 HH
•		•
4(MxN)+2N	mosaico 2	verde2 MHL, verde2 MLH, verde2 MHH

El ejemplo 1 agrupa información (por ejemplo, verde 1 1LL, azul 1LL, rojo 1LL) para compartir el mismo desplazamiento. Cada uno de los elementos de información podría tener su propio desplazamiento. Esto aumentaría el número total de desplazamientos, pero también aumentaría la flexibilidad al acceder a ciertos elementos de información.

El ejemplo 1 ordena la información de modo que los canales verde 1, azul y rojo se ordenen primero para cada uno de los mosaicos, seguido del canal verde 2 para cada uno de los mosaicos. Suponiendo que sólo los canales verde 1, azul y rojo son necesarios para procesado, esta ordenación de datos necesarios contiguos reduce el número de veces que un dispositivo de almacenamiento tendrá que buscar en una posición nueva. Además, puede haber espacio entre donde los datos terminan con respecto a un desplazamiento y el inicio del desplazamiento siguiente. Agrupar datos para reducir el número de desplazamientos usados también puede significar que se desperdicie menos espacio entre desplazamientos.

La figura 6 ilustra una jerarquía ejemplar para descomponer una imagen para compresión. No todos los elementos representados en la figura 6 son necesarios, y se ha de entender que se puede quitar elementos de la jerarquía en algunas realizaciones. Una imagen detectada puede separarse en uno o varios canales, tal como los canales Y, U, y V; los canales rojo, verde y azul; o la diferencia verde, rojo-verde, y los canales de diferencia azul-verde.

Los canales pueden dividirse en uno o varios mosaicos. Los mosaicos pueden ser transformados a una o varias bandas secundarias. Por ejemplo, una transformada de ondita puede transformar un mosaico a bandas secundarias como se ilustra en la figura 5. Las bandas secundarias pueden dividirse en precintos o posiciones de división de paquete. En algunas realizaciones, los precintos o las posiciones de división de paquete en una banda secundaria tienen una correlación espacial con precintos o posiciones de división de paquete en otras bandas secundarias, y los precintos o las posiciones de división de paquete correspondientes de las bandas secundarias son procesados conjuntamente. Los precintos de las posiciones de división de paquete pueden dividirse en bloques.

Cada bloque puede tener una pluralidad de valores transformados y/o cuantificados. Los valores en un bloque pueden ser codificados por entropía como un grupo.

La codificación por entropía puede operar a un nivel de bit. Por ejemplo, los bits más significativos (MSB) para cada valor en el bloque pueden ser codificados por entropía conjuntamente. Igualmente, los MSB siguientes para cada valor puede ser codificados por entropía conjuntamente. La codificación por entropía de bits también puede tomar en consideración la evaluación de otros planos de bit.

Uno o varios componentes de datos, como los ilustrados en la figura 6, pueden combinarse o usarse para proporcionar varios incrementos de calidad o niveles de resolución para una posición espacial. En algunas realizaciones, los componentes de datos son agrupados en paquetes que proporcionan un incremento de calidad para un nivel de resolución en una posición espacial. Una colección de paquetes que proporciona un incremento de calidad a plena resolución se combina en una capa. La capa, por ejemplo, puede corresponder a un incremento de calidad de un canal de una imagen a plena resolución. Capas adicionales proporcionan incrementos de calidad adicionales.

La figura 7A ilustra una asignación de espacio para nueve capas en los canales Y, U y V. Como se ilustra, a cada capa se le asigna una cantidad fija de espacio. Esta ilustración corresponde a una aplicación de tasa limitada de un algoritmo de compresión.

La figura 7B también ilustra una asignación de espacio para nueve capas en los canales Y, U y V. En esta figura, el espacio usado por una capa es variable. El espacio usado por un canal que comprime bien es menor que el espacio usado por un canal que no comprime tan bien. En este ejemplo, el espacio usado por el canal Y es más grande que el espacio usado por los canales U y V. Cada capa dentro de un canal también puede usar una cantidad variable de espacio. Por ejemplo, las capas 1 y 8 del canal Y usan más espacio que las capas 4 y 6.

Como se ilustra, el espacio usado por la combinación de capas en la figura 7B es más grande que el espacio usado por la combinación de capas en la figura 7A. Algunas aplicaciones que usan codificación de tasa de bits variable para las capas pueden tener una tasa de bits general que no deberá superarse. A cada canal se le podría asignar una cantidad fija de espacio, y las capas que excedan de las limitaciones de espacio podrían ser desechadas. Por ejemplo, en la figura 7B, las capas 7, 8 y 9 del canal Y podrían desecharse de modo que no se superen las limitaciones generales relativas al canal Y. Alternativamente, a todos los canales se les podría asignar conjuntamente una cantidad fija de espacio, y las capas de uno o varios canales podrían ser desechadas cuando sea necesario para cumplir las limitaciones de espacio. Por ejemplo, la capa 9 del canal Y y las capas 8 y 9 de los canales U y V podrían ser desechadas de modo que se cumplan las limitaciones de espacio generales para todos los canales.

En algunas realizaciones, los niveles de calidad resultantes de cada canal son sustancialmente similares. Por ejemplo, desechar la capa 9 del canal Y y las capas 8 y 9 de los canales U y V quiere decir que los canales están dentro de un nivel de calidad uno de otro. En algunas realizaciones, las capas son desechadas en una forma que asegura que algunos canales tengan niveles de calidad tan buenos o más altos que otros canales. Por ejemplo, el canal Y puede ser más importante para obtener una imagen reconstruida que visualmente no tiene pérdida. Por ejemplo, ninguna de las capas para el canal Y podría desecharse, pero las capas 7, 8 y 9 en los canales U y V son desechadas para cumplir las limitaciones de espacio generales.

Como otro ejemplo, la diferencia en incrementos de calidad entre los canales puede ser más de una, pero menos de una cantidad establecida. Por ejemplo, si la diferencia permitida en los incrementos de calidad es 3, un canal podría usar la capas 1 a 8 mientras que otros canales solamente podrían usar las capas 1 a 5.

Las figuras 7C y 7D son similares a las figuras 7A y 7B, respectivamente, y muestran que los algoritmos explicados anteriormente pueden aplicarse a otros espacios de color. Como se representa en las figuras 7C y 7D, los algoritmos se aplican a imágenes que tienen datos de canal verde, datos de canal de diferencia rojo-verde, y datos de canal de

diferencia azul-verde. Aunque las figuras 7A-7D ilustran un canal para cada índice de espacios de color, se ha de entender que se podría usar múltiples canales. Por ejemplo, los datos de imagen Y en las figuras 7A-7B podrían dividirse en dos o más canales. Como otro ejemplo, los datos de imagen verdes en las figuras 7C-7D podrían dividirse en dos o más canales.

En algunas realizaciones, la compresión se realiza en datos de imagen procedentes de un sensor que no han sido completamente reconstruidos. Por ejemplo, un sensor de imagen puede usar una matriz de filtros de color para detectar longitudes de onda de luz seleccionadas en un elemento sensor. La matriz de filtros de color pueden incluir una configuración repetida 26, como la ilustrada en la figura 8.

En algunas realizaciones, los datos procedentes del sensor son comprimidos sin convertir parte o todos los datos a otro espacio de color. Por ejemplo, un sensor que usa una matriz de filtros de color de configuración Bayer puede convertir los datos rojos y azules a datos de diferencia de rojo-verde y diferencia azul-verde para compresión, mientras que los datos verdes son comprimidos sin conversión a otro espacio de color. Como otro ejemplo, un sensor que usa los filtros de color rojo puede usar un canal verde (o un canal blanco), un canal de diferencia blanco-verde, datos de diferencia de rojo-verde y diferencia azul-verde para compresión. En algunas realizaciones, los datos procedentes del sensor son comprimidos después de la conversión a otro espacio de color. Por ejemplo, un sensor que usa una matriz de filtros de color de configuración Bayer puede convertir los datos rojos, verdes y azules a datos Y, U y V.

En algunas realizaciones, se obtiene un valor de diferencia obteniendo una diferencia entre dos valores adyacentes. Por ejemplo, el valor de diferencia rojo-verde o azul-verde puede obtenerse determinando la diferencia entre un valor verde y un valor rojo o valor azul adyacente. En algunas realizaciones, se usa un valor medio para obtener el valor de diferencia. Por ejemplo, aunque sin limitación, los valores medios de 2, 3, 4 o más valores de datos de imagen verdes pueden calcularse y restarse de elementos de imagen rojo o azul cerca de los elementos de imagen verde.

La Solicitud de Patente de Estados Unidos número 12/422.507, presentada el 13 de Abril de 2009, describe realizaciones adicionales para procesado de datos de imagen.

Como se ha indicado anteriormente, algunas matrices de filtros de color tienen el doble de elementos verdes que elementos rojos y elementos azules. En otros términos, cada uno de los elementos rojos y azules incluye 25% del total de filtros de color rojo, y los elementos verdes incluyen 50% del total de filtros de color rojo. Así, en algunas realizaciones, donde todos los datos de imagen verdes son retenidos, pueden usarse módulos adicionales de procesado de imagen de datos verdes. Por ejemplo, un primer módulo de procesado de imagen de datos verdes puede procesar la mitad de los elementos verdes y un segundo módulo de procesado de imagen de datos verdes puede procesar los elementos verdes restantes. Sin embargo, pueden usarse realizaciones en unión con otros tipos de configuraciones, como, por ejemplo, aunque sin limitación, CMY y RGBW.

Como se ha indicado anteriormente, un módulo de compresión 20 puede estar configurado para realizar cualquier tipo de proceso de compresión. En algunas realizaciones, el módulo de compresión 20 realiza una técnica de compresión que se beneficia de las técnicas realizadas por el módulo de preparación de compresión 18. Por ejemplo, como se ha indicado anteriormente, el módulo de preparación de compresión 18 puede estar configurado para determinar valores de diferencia verde para los datos rojos y azules, dando lugar por ello a datos que son más parecidos a croma. Así, la técnica de compresión realizada por el módulo de compresión 20 puede ser de un tipo que se beneficia de la presencia de datos croma para reducir el tamaño de los datos comprimidos salidos de él.

Además, el módulo de compresión 20 puede estar configurado para comprimir los datos de imagen del módulo de procesado de imagen 20 dando lugar a una salida visualmente sin pérdida. Por ejemplo, en primer lugar, el módulo de compresión puede estar configurado para aplicar cualquier técnica de compresión conocida, tal como, aunque sin limitación, H.264, MPEG4, Huffman, JPEG, JPEG 2000, MotionJPEG, codecs basados en DCT, codecs basados en ondita, otros codecs diseñados para comprimir datos de imagen, u otras técnicas.

Dependiendo del tipo de técnica de compresión que se use, los varios parámetros de la técnica de compresión puede establecerse para proporcionar una salida visualmente sin pérdida. Por ejemplo, muchas de las técnicas de compresión indicadas anteriormente pueden ajustarse a diferentes tasas de compresión, donde, cuando es descomprimida, la imagen resultante es de mejor calidad con respecto a las tasas de compresión más bajas y de calidad más baja para tasas de compresión más altas. Así, el módulo de compresión puede estar configurado para comprimir los datos de imagen en una forma que proporcione una salida visualmente sin pérdida, o puede estar configurado para permitir que el usuario ajuste los varios parámetros para obtener una salida visualmente sin pérdida.

En el sentido en que se usa aquí, el término “visualmente sin pérdida” pretende incluir una reconstrucción de los datos de imagen procesados que, en comparación lado con lado con una reconstrucción de los datos de imagen originales en el mismo dispositivo de visualización, los expertos en la técnica no sean capaces de determinar qué reconstrucción de imagen es la original con un grado de exactitud razonable, en base solamente a una inspección visual de las imágenes.

Los datos comprimidos pueden almacenarse en un dispositivo de almacenamiento. El dispositivo de almacenamiento puede tener la forma de cualquier tipo de almacenamiento digital, tal como, por ejemplo, aunque sin limitación, unidades de disco duro, unidades de estado sólido, memoria flash, discos ópticos, o cualquier otro tipo de dispositivo de memoria. En algunas realizaciones, el tamaño del dispositivo de almacenamiento puede ser suficientemente grande para almacenar datos de imagen procedentes del módulo de compresión 20 correspondiente a al menos aproximadamente 30 minutos de vídeo a una resolución de 12 mega píxeles, resolución de color de 12 bits, y a 60 cuadros por segundo. Sin embargo, el dispositivo de almacenamiento puede tener cualquier tamaño.

En algunas realizaciones, el dispositivo de almacenamiento puede montarse fuera de un alojamiento de cámara. Además, en algunas realizaciones, el dispositivo de almacenamiento puede conectarse a los otros componentes a través de puertos de comunicación estándar o personalizados, incluyendo, por ejemplo, aunque sin limitación, Ethernet, USB, USB2, USB3, IEEE 1394 (incluyendo aunque sin limitación FireWire 400, FireWire 800, FireWire S3200, FireWire S800T, i.LINK, DV), SATA y SCSI. Además, en algunas realizaciones, el dispositivo de almacenamiento puede incluir una pluralidad de unidades de disco duro, como las que operan bajo un protocolo RAID. Sin embargo, puede usarse cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento.

En algunas realizaciones, los algoritmos aquí descritos pueden implementarse como rutinas almacenadas en un dispositivo de memoria. Además, un procesador puede estar configurado para ejecutar la rutina de control. En algunas realizaciones, puede usarse circuitería personalizada.

Las técnicas pueden aplicarse al procesado de una sola imagen fija o múltiples imágenes. Estos procesos también pueden aplicarse al procesado de vídeo continuo, por ejemplo, 10, 20, 24, 30, 60, y 120 cuadros por segundo, o cualquier otra tasa de cuadros.

Procesando los datos de imagen de la manera aquí descrita, se ha descubierto que los datos de imagen procedentes del sensor de imagen 12 pueden comprimirse en una relación de compresión de 6 a 1 o mayor y seguir siendo visualmente sin pérdida. Además, aunque los datos de imagen hayan sido transformados (por ejemplo, obteniendo valores de diferencia), los datos de imagen en bruto todavía están disponibles para el usuario final. Por ejemplo, invirtiendo algunos procesos, todos o sustancialmente todos los datos originales en bruto pueden ser extraídos y así procesados más, filtrados y/o interpolados cromáticamente usando cualquier proceso que el usuario desee. Por ejemplo, los datos almacenados en el dispositivo de almacenamiento pueden ser descomprimidos e interpolados cromáticamente.

La figura 9 ilustra un diagrama de flujo ejemplar para la reconstrucción de una imagen comprimida. En el bloque 62 se descomprimen los datos de imagen. Como se ha explicado anteriormente, los datos de imagen pueden haberse comprimido según canales. En algunas realizaciones, no todos los canales son descomprimidos para reconstrucción de una imagen. Por ejemplo, una imagen comprimida puede tener dos canales que correspondan a elementos de imagen verde. Sin embargo, solamente uno de los canales verdes puede tener que descomprimirse para reconstruir una imagen. Descomprimir solamente un canal permite una reconstrucción más rápida de la imagen.

En algunas realizaciones, no se usan todos los niveles de calidad para la reconstrucción de una imagen. Como se ha explicado anteriormente, los canales comprimidos puede no tener el mismo número de niveles de calidad. Después de la reconstrucción, un nivel de calidad inferior para un canal puede elegirse, por ejemplo, para permitir una reconstrucción más rápida de la imagen. En algunas realizaciones, los canales son descomprimidos de modo que cada canal descomprimido tenga aproximadamente el mismo nivel de calidad.

En el bloque 64 puede aplicarse una función gamma o curva log de potencia a los canales descomprimidos. Por ejemplo, la inversa de cualquiera de las curvas de preénfasis o gamma u otras funciones descritas anteriormente puede aplicarse a los datos de imagen. En algunas realizaciones, la función aplicada puede ser una función de identidad, lo que quiere decir que la salida es la misma que la entrada, o puede no aplicarse ninguna función de corrección.

En el bloque de operación 66, la imagen es reconstruida a partir de los datos descomprimidos. En algunas realizaciones, uno o varios canales verdes son interpolados cromáticamente, y los canales verdes interpolados cromáticamente se usen entonces para reconstruir otros canales. Por ejemplo, puede usarse un valor verde interpolado cromáticamente para reconstruir un valor rojo o azul de un valor de diferencia rojo-verde o azul-verde que esté en la misma posición que el valor verde interpolado cromáticamente. En algunas realizaciones, los otros canales pueden ser interpolados cromáticamente sin tener que interpolar cromáticamente primero el canal verde. Por ejemplo, puede usarse un valor verde descomprimido, pero no interpolado cromáticamente, para reconstruir un valor rojo o azul a partir de un valor de diferencia rojo-verde o azul-verde que está situado cerca del valor verde descomprimido. Como otro ejemplo, se puede usar una media de valores verde descomprimidos, pero no interpolados cromáticamente, para reconstruir un valor rojo o azul a partir de un valor de diferencia rojo-verde o azul-verde que está situado cerca de los valores verde descomprimidos promediados. La media puede proporcionar el mismo valor que el usado para compresión, o puede ser cualquier otra media de valores verdes. Los valores rojo y azul son interpolados cromáticamente con cualquier algoritmo apropiado.

Los datos de imagen interpolados cromáticamente o reconstruidos pueden procesarse más. Por ejemplo, aunque sin limitación, se puede aplicar técnicas de reducción de ruido, técnicas antialiasing, o cualquier otra técnica de procesado de imagen a los datos de imagen.

REIVINDICACIONES

1. Un método de formatear datos de imagen en color, incluyendo:

filtrar luz con una matriz de filtros de color, donde la matriz de filtros de color tienen una pluralidad de elementos de filtro (26) dispuestos en una configuración repetida según el rango de longitudes de onda del elemento de filtro;

obtener un primer cuadro de imagen incluyendo una pluralidad de canales de datos relativos a la luz que pasa a través de la matriz de filtros de color; incluyendo la pluralidad de canales de datos un canal de datos rojos, un canal de datos azules, un primer canal de datos verdes, y un segundo canal de datos verdes; y

comprimir cada uno de la pluralidad de canales de datos con un algoritmo que proporciona una pluralidad de niveles de resolución para cada uno de la pluralidad de canales de datos; **caracterizándose** el método porque incluye además:

crear un índice para el cuadro de imagen para proporcionar una referencia de posición para cada uno de los niveles de resolución de cada uno de la pluralidad de canales de datos en el cuadro de imagen, permitiendo por ello el acceso a datos en cada nivel de resolución sin acceder a datos que tienen un nivel de resolución más alto; y

crear un índice para una pluralidad de cuadros de imagen, permitiendo por ello el acceso a datos en un nivel de resolución concreto sin acceder a datos que tienen un nivel de resolución más alto; y

por cada nivel de resolución, almacenar los datos de imagen comprimidos en un formato en el que los datos de imagen comprimidos para el canal de datos rojos, el canal de datos azules y el primer canal de datos verdes son almacenados conjuntamente en un grupo respectivo para un nivel de resolución respectivo, almacenándose los grupos respectivos de manera contigua en respectivas referencias de posición en un dispositivo de almacenamiento (16), teniendo cada referencia de posición respectiva un valor de desplazamiento indicativo de una posición de inicio del grupo respectivo en el dispositivo de almacenamiento; y

por cada nivel de resolución, almacenar los datos de imagen comprimidos para el segundo canal de datos verdes por separado de los grupos respectivos en al menos una referencia de posición adicional en el dispositivo de almacenamiento (16), estando la referencia de posición adicional después de las respectivas referencias de posición en el dispositivo de almacenamiento de tal manera que el valor de desplazamiento adicional sea más alto que los valores de desplazamiento de los grupos respectivos, de tal manera que los datos de imagen se almacenen en un formato que permita el acceso a los grupos respectivos sin acceder a los datos de imagen comprimidos para el segundo canal de datos verdes que se almacena por separado de los grupos;

y crear el índice para el primer cuadro de imagen para proporcionar las referencias de posición para cada grupo, y realizar los pasos de filtración, obtención, compresión, almacenamiento y creación para una pluralidad de cuadros de imagen además del primer cuadro de imagen, permitiendo por ello el acceso a datos de imagen vídeo en movimiento en un nivel de resolución concreto sin acceder a datos de imagen comprimidos que tienen un nivel de resolución más alto.

2. El método de la reivindicación 1, donde la configuración repetida (26) de la matriz de filtros de color incluye un primer elemento de filtro correspondiente a un rango de longitudes de onda del verde, un segundo elemento de filtro correspondiente a un rango de longitudes de onda del verde, un tercer elemento de filtro correspondiente a un rango de longitudes de onda del rojo, y un cuarto elemento de filtro correspondiente a un rango de longitudes de onda del azul, incluyendo además el método:

obtener el primer canal de datos verdes incluyendo una pluralidad de valores verdes correspondientes a luz que pasa a través de los primeros elementos en la configuración repetida;

obtener el segundo canal de datos verdes incluyendo una pluralidad de valores verdes correspondientes a luz que pasa a través de los segundos elementos en la configuración repetida;

obtener una pluralidad de valores rojos correspondientes a luz que pasa a través de los terceros elementos en la configuración repetida para obtener el canal de datos rojos;

obtener una pluralidad de valores azules correspondientes a luz que pasa a través de los cuartos elementos en la configuración repetida para obtener el canal de datos azules;

obtener un canal de datos de diferencia rojo-verde incluyendo una pluralidad de valores de diferencia rojo-verde, donde un valor de diferencia rojo-verde se obtiene calculando una diferencia entre un valor rojo y una combinación de al menos dos valores verdes que se obtuvieron de la proximidad del valor rojo; y

obtener un canal de datos de diferencia azul-verde incluyendo una pluralidad de valores de diferencia azul-verde,

donde un valor de diferencia azul-verde se obtiene calculando una diferencia entre un valor azul y una combinación de al menos dos valores verdes que se obtuvieron de la proximidad de la medición azul.

3. Un dispositivo de imágenes, incluyendo:

una matriz de filtros de color configurados para filtrar luz e incluyendo una pluralidad de elementos de filtro dispuestos en una configuración repetida (26) según el rango de longitudes de onda del elemento de filtro;

al menos un sensor de imagen (12) configurado para obtener una pluralidad de cuadros de imagen en una secuencia de imágenes vídeo en movimiento, incluyendo los cuadros de imagen en la pluralidad de cuadros de imagen datos de imagen correspondientes a una pluralidad de canales de datos relativos a la luz que pasa a través de la matriz de filtros de color, incluyendo la pluralidad de canales de datos un canal de datos rojos, un canal de datos azules, un primer canal de datos verdes, y un segundo canal de datos verdes; y

donde el dispositivo de imágenes incluye un módulo de compresión (20) configurado para comprimir los datos de imagen con un algoritmo que proporciona una pluralidad de niveles de resolución para cada uno de la pluralidad de canales de datos; **caracterizándose** el dispositivo porque incluye además

un módulo de formateo (22) configurado, con respecto a los datos de imagen comprimidos de cuadros de imagen individuales de la pluralidad de cuadros de imagen, para:

almacenar los datos de imagen comprimidos para cada nivel de resolución de los cuadros de imagen individuales; y

crear un índice para los cuadros de imagen individuales para proporcionar al menos una referencia de posición para cada uno de los niveles de resolución, permitiendo por ello el acceso a datos en cada nivel de resolución sin acceder a datos que tienen un nivel de resolución más alto, incluyendo la al menos única referencia de posición para cada nivel de resolución una referencia al grupo correspondiente a dicho nivel de resolución; y.

por cada nivel de resolución, almacenar los datos de imagen comprimidos en un formato en el que los datos de imagen comprimidos para el canal de datos rojos, el canal de datos azules y el primer canal de datos verdes son almacenados conjuntamente en un grupo respectivo para un nivel de resolución respectivo, almacenándose los grupos respectivos de manera contigua en respectivas referencias de posición en un dispositivo de almacenamiento (16), teniendo cada referencia de posición respectiva un valor de desplazamiento indicativo de una posición de inicio del grupo respectivo en el dispositivo de almacenamiento; y

por cada nivel de resolución, almacenar los datos de imagen comprimidos para el segundo canal de datos verdes por separado de los grupos respectivos en al menos una referencia de posición adicional en el dispositivo de almacenamiento (16), estando la referencia de posición adicional después de las respectivas referencias de posición en el dispositivo de almacenamiento de tal manera que el valor de desplazamiento adicional sea más alto que los valores de desplazamiento de los grupos respectivos, de tal manera que los datos de imagen sean almacenados en un formato que permita el acceso a los grupos respectivos sin acceder a los datos de imagen comprimidos para el segundo canal de datos verdes que se almacena por separado de los grupos; y

crear el índice para los cuadros de imagen para proporcionar las referencias de posición para cada grupo, y realizar los pasos de filtración, obtención, compresión, almacenamiento y creación para la pluralidad de cuadros de imagen, permitiendo por ello el acceso a datos de imagen vídeo en movimiento en un nivel de resolución concreto sin acceder a datos de imagen comprimidos que tienen un nivel de resolución más alto.

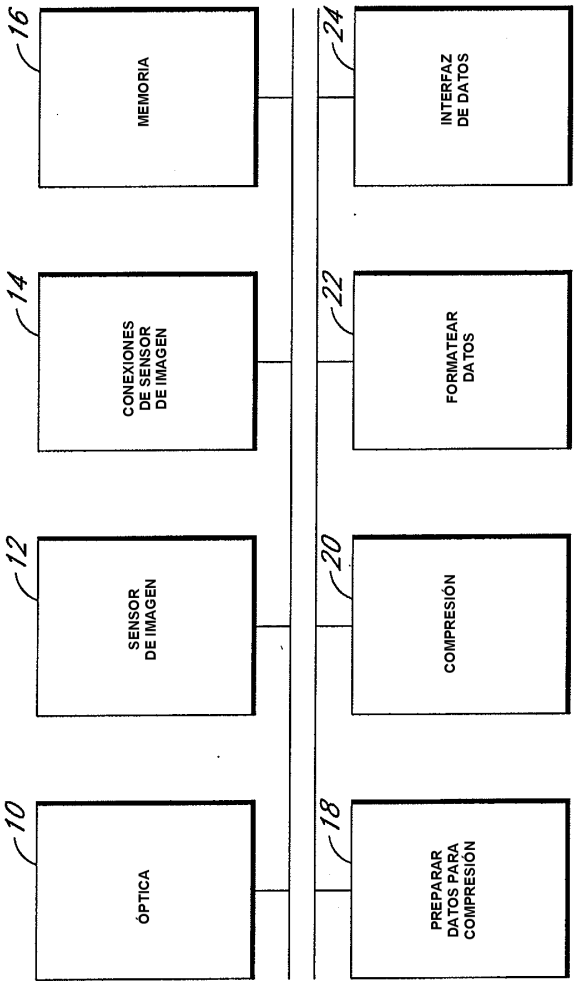
16
MEMORIA
24
INTERFAZ DE DATOS
14
CONEXIONES DE SENSOR DE IMAGEN
22
FORMATEAR DATOS
12
SENSOR DE IMAGEN
20
COMPRESIÓN
10
ÓPTICA
18
PREPARAR DATOS PARA COMPRESIÓN

FIG. 1

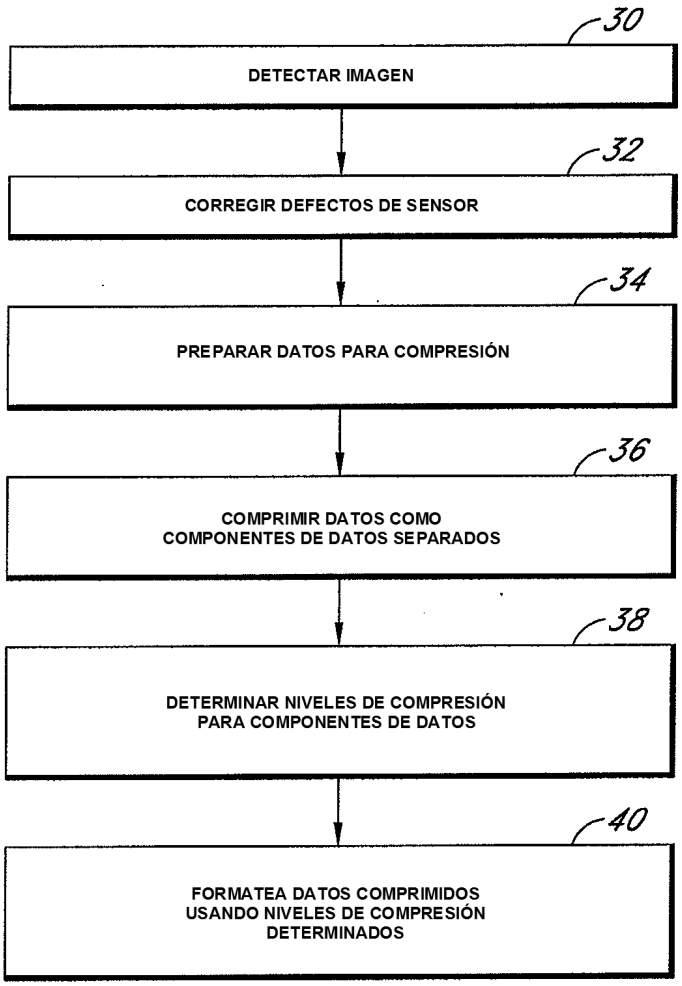
30
DETECTAR IMAGEN
32
CORREGIR DEFECTOS DE SENSOR
34
PREPARAR DATOS PARA COMPRESIÓN
36
COMPRIMIR DATOS COMO
COMPONENTES DE DATOS SEPARADOS
38
DETERMINAR NIVELES DE COMPRESIÓN
PARA COMPONENTES DE DATOS
40
FORMATEA DATOS COMPRIMIDOS
USANDO NIVELES DE COMPRESIÓN
DETERMINADOS

FIG. 2

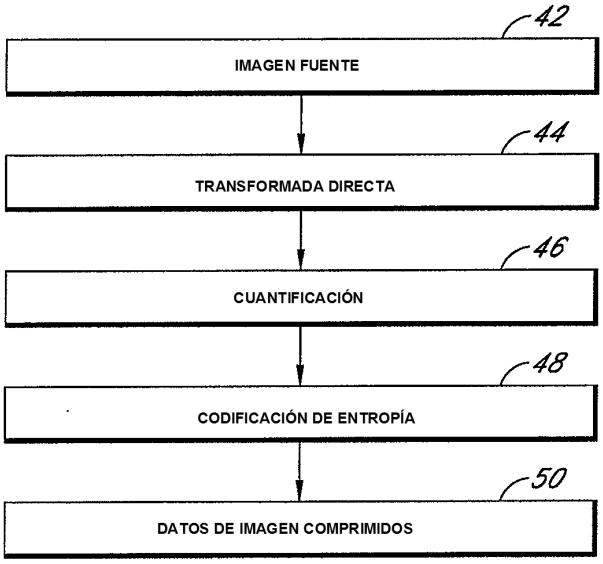
42
IMAGEN FUENTE
44
TRANSFORMADA DIRECTA
46
CUANTIFICACIÓN
48
CODIFICACIÓN DE ENTROPÍA
50
DATOS DE IMAGEN COMPRIMIDOS

FIG. 3

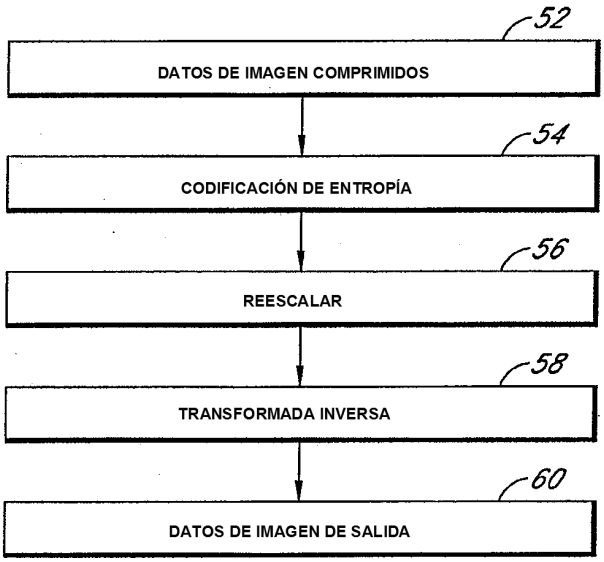
52
DATOS DE IMAGEN COMPRIMIDOS
54
CODIFICACIÓN DE ENTROPÍA
56
REESCALAR
58
TRANSFORMADA INVERSA
60
DATOS DE IMAGEN DE SALIDA

FIG. 4

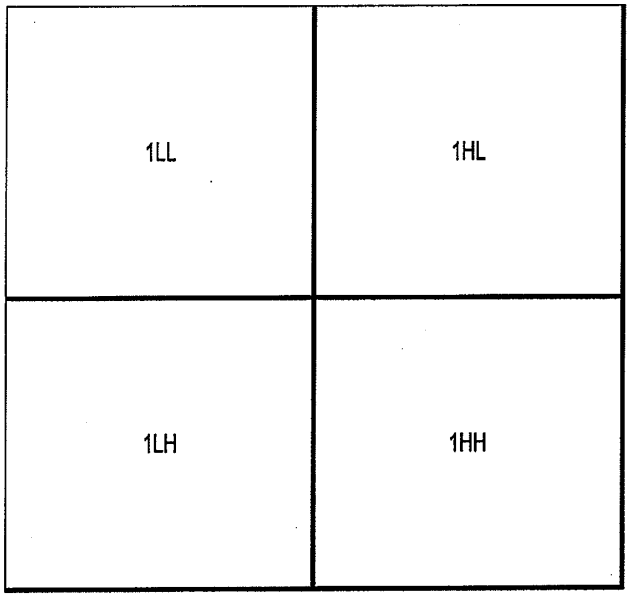

FIG. 5A

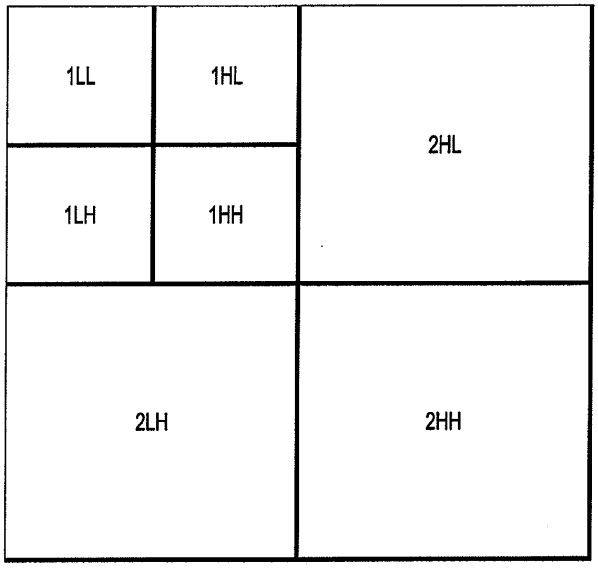

FIG. 5A

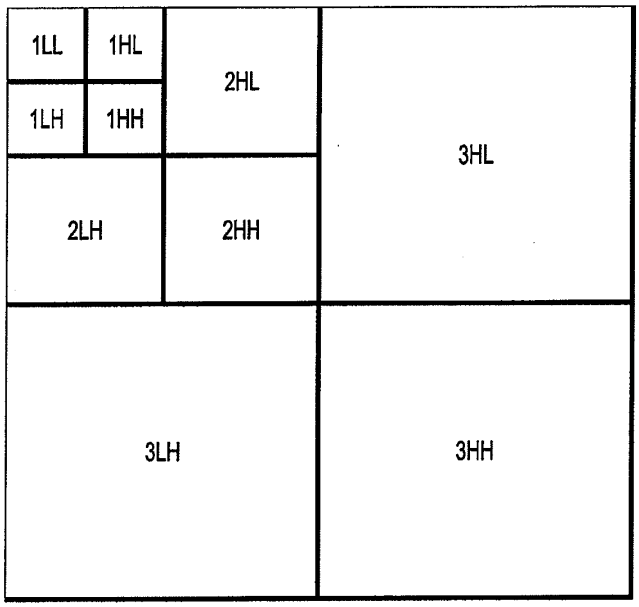

FIG. 5C

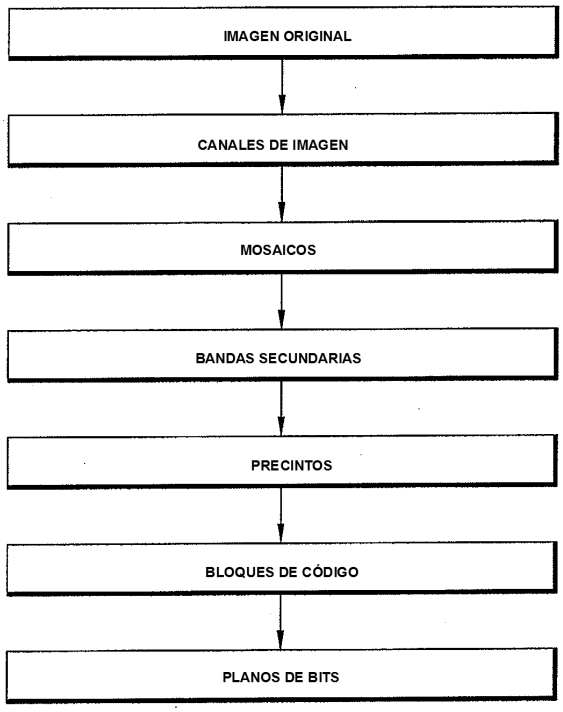
IMAGEN ORIGINAL
CANALES DE IMAGEN
MOSAICOS
BANDAS SECUNDARIAS
PRECINTOS
BLOQUES DE CÓDIGO
PLANOS DE BITS

FIG. 6

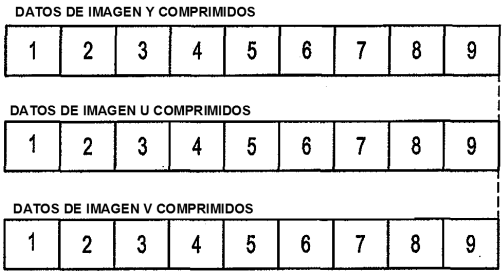
DATOS DE IMAGEN Y COMPRIMIDOS
1 2 3 4 5 6 7 8 9
DATOS DE IMAGEN U COMPRIMIDOS
1 2 3 4 5 6 7 8 9
DATOS DE IMAGEN V COMPRIMIDOS
1 2 3 4 5 6 7 8 9

FIG. 7A

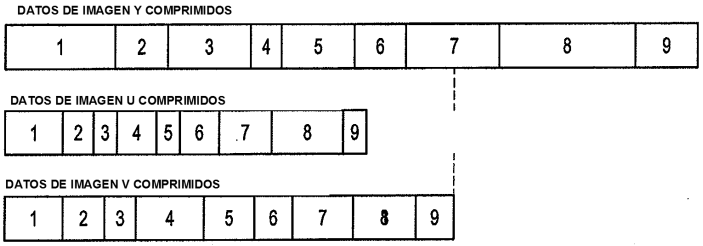
DATOS DE IMAGEN Y COMPRIMIDOS
1
2
3
4
5
6
7
8
9
DATOS DE IMAGEN U COMPRIMIDOS
1
2
3
4
5
6
7
8
9
DATOS DE IMAGEN V COMPRIMIDOS
1
2
3
4
5
6
7
8
9

FIG. 7B

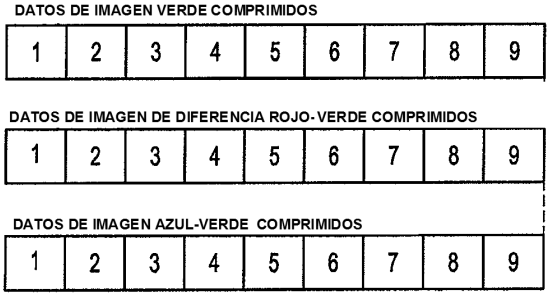
DATOS DE IMAGEN VERDE COMPRIMIDOS
1 2 3 4 5 6 7 8 9
DATOS DE IMAGEN DE DIFERENCIA ROJO-VERDE COMPRIMIDOS
1 2 3 4 5 6 7 8 9
DATOS DE IMAGEN AZUL-VERDE COMPRIMIDOS
1 2 3 4 5 6 7 8 9

FIG. 7C

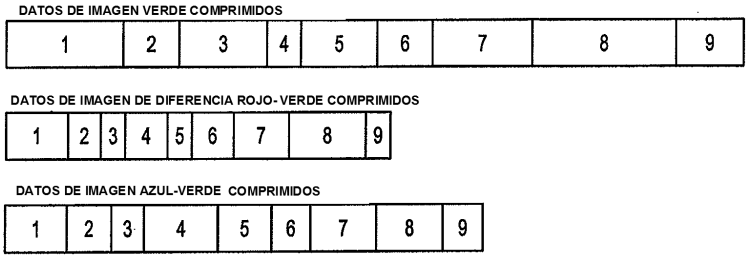
DATOS DE IMAGEN VERDE COMPRIMIDOS
1
2
3
4
5
6
7
8
9
DATOS DE IMAGEN DE DIFERENCIA ROJO- VERDE COMPRIMIDOS
1
2
3
4
5
6
7
8
9
DATOS DE IMAGEN AZUL-VERDE COMPRIMIDOS
1
2
3
4
5
6
7
8
9

FIG. 7D

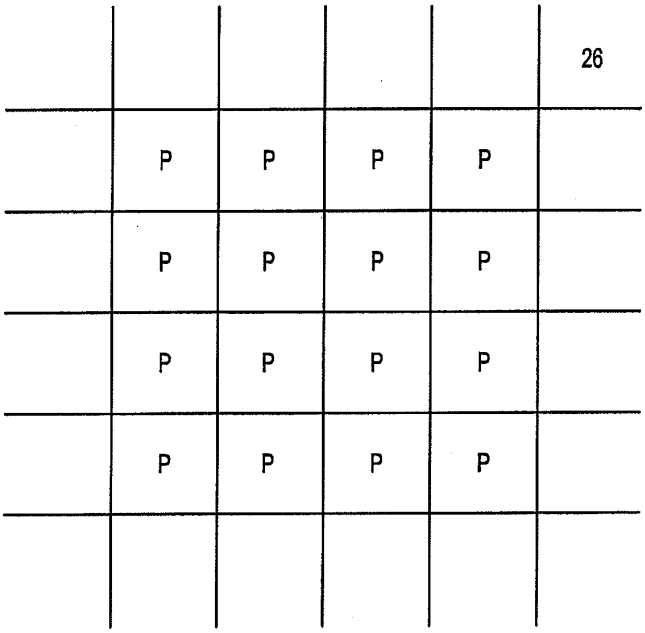

FIG. 8

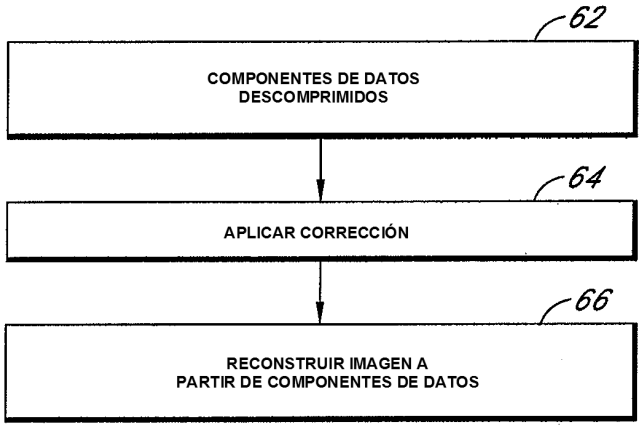
62
COMPONENTES DE DATOS DESCOMPRIMIDOS
64
APLICAR CORRECCIÓN
66
RECONSTRUIR IMAGEN A PARTIR DE COMPONENTES DE DATOS

FIG. 9