

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 176**

51 Int. Cl.:

G06T 15/00 (2011.01)

G06T 7/90 (2007.01)

G02F 1/167 (2009.01)

G09G 3/20 (2006.01)

H04N 1/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.05.2017 PCT/US2017/032148**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.11.2017 WO17205066**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2017 E 17803278 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020 EP 3465628**

54 Título: **Método para representar imágenes en color**

30 Prioridad:

24.05.2016 US 201662340803 P

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

16.03.2021

73 Titular/es:

**E INK CORPORATION (100.0%)
IP Department 1000 Technology Park Drive
Billerica, Massachusetts 01821-4165, US**

72 Inventor/es:

CROUNSE, KENNETH R.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 812 176 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

Método para representar imágenes en color

5 Esta solicitud está relacionada con la Publicación de EE.UU. N° 2014/0340430; la Publicación de EE.UU. N° 2016/0091770; y las Patentes de Estados Unidos N° 9,383,623 y 9,170,468. Otras solicitudes y patentes relacionadas se discutirán a continuación.

10 Esta invención se refiere a un método para representar imágenes en color. Más específicamente, esta invención se refiere a un método para imágenes en color de medio tono en situaciones en las que se dispone de un conjunto limitado de colores primarios y este conjunto limitado puede no estar bien estructurado. El método de la presente invención está destinado particularmente, aunque no exclusivamente, a su uso con pantallas electroforéticas en color.

15 El medio tono se ha utilizado durante muchas décadas en la industria de la impresión para representar tonos grises cubriendo una proporción variable de cada uno de los píxeles de papel blanco con tinta negra. Se pueden utilizar esquemas de medios tonos similares con los sistemas de impresión en color CMY o CMYK, haciendo variar los canales de color de forma independiente entre sí.

20 Sin embargo, hay muchos sistemas de color en el que los canales de color no se pueden variar independientemente uno de otro, en tanto como cada uno de los píxeles puede mostrar uno cualquiera de un conjunto limitado de colores primarios (tales sistemas en lo sucesivo se pueden denominar como "pantallas de paleta limitada" o "LPD" por sus siglas en inglés); las pantallas en color de la patente de ECD son de este tipo. Para crear otros colores, los colores primarios deben tramarse espacialmente para producir la sensación de color correcta. Es conocido cómo efectuar tal tramado espacial utilizando, para cualquier color deseado, sólo los colores primarios en los vértices de un tetraedro que contiene el color deseado; véase, por ejemplo:

Arad, N., Shaked, D., Baharav, Z., & Lin, Q. (1999). Barycentric Screening and Ostromoukhov, Victor, and Roger D. Hersch. "Multi-color and artistic dithering." Proceedings of the 26th annual conference on Computer graphics and interactive techniques. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 1999.

30 Ambos documentos efectúan el tramado por medio de un método de selección en base a una matriz de umbrales, que es un método de tramado simple que se ha descubierto que no da buenos resultados en las visualizaciones de patentes de ECD.

35 Los algoritmos de tramado estándar, tales como algoritmos de difusión de errores (en los que el "error" introducido al imprimir un píxel en un color particular que difiere del color teóricamente requerido en ese píxel se distribuye entre los píxeles vecinos de modo que, en general, se produce la sensación de color correcta) se puede utilizar con pantallas de paleta limitada. Sin embargo, tales algoritmos estándar están pensados típicamente para utilizar con una paleta limitada que está "bien estructurada", en el sentido de que las distancias en el espacio de color apropiado entre los colores primarios son sustancialmente constantes. Existe una considerable literatura sobre los problemas de diseñar paletas de colores óptimas que funcionen bien con la difusión de errores; véanse, por ejemplo:

Kolpatzik, Bernd W., y Charles A. Bouman. "Optimized Universal Color Palette Design for Error Diffusion." Journal of Electronic Imaging 4.2 (1995): 131-143.

45 Sin embargo, en ECD y visualizaciones de paleta limitada similares, en las que la paleta limitada está definida por los colores que pueden generarse por el sistema, la paleta limitada puede no estar bien estructurada, es decir, las distancias entre los distintos primarios en el espacio de color pueden diferir mucho entre sí.

La Figura 1 de los dibujos adjuntos es un diagrama de flujo esquemático de un método de difusión de errores basado en paleta de la técnica anterior, generalmente designado como 100. En la entrada 102, los valores de color $x_{i,j}$ se alimentan a un procesador 104, donde se agregan a la salida de un filtro 106 de error (descrito a continuación) para producir una entrada $u_{i,j}$ modificada. Las entradas $u_{i,j}$ modificadas se alimentan a un cuantificador 108, que también recibe detalles de la paleta $\{P_k\}$ del dispositivo de salida. El cuantificador 108 determina el color apropiado para el píxel que se está considerando, dado por:

$$y_{i,j} = \arg \min_{p_k} \|u_{i,j} - P_k\|$$

55 y alimenta los colores apropiados al controlador del dispositivo (o almacena los valores de color para su posterior transmisión al controlador del dispositivo). Tanto las entradas $u_{i,j}$ modificadas como las salidas $y_{i,j}$ se alimentan a un procesador 110, que calcula los valores $e_{i,j}$ de error, donde:

$$e_{i,j} = u_{i,j} - y_{i,j}$$

Los valores $e_{i,j}$ de error se alimentan luego al filtro 106 de error, que sirve para distribuir los valores de error en uno o más píxeles seleccionados. Por ejemplo, si la difusión del error se lleva a cabo en píxeles de izquierda a derecha en cada una de las filas y de arriba a abajo en la imagen, el filtro 106 de error podría distribuir el error sobre el siguiente píxel de la fila que se está procesando, y los tres vecinos más cercanos del píxel que se está procesando en la

siguiente fila hacia abajo. Alternativamente, el filtro 106 de error podría distribuir el error entre los siguientes dos píxeles de la fila que se está procesando y los vecinos más cercanos del píxel que se está procesando en las siguientes dos filas hacia abajo. Se apreciará que el filtro de errores no necesita aplicar la misma proporción del error a cada uno de los píxeles sobre los que se distribuye el error; por ejemplo, cuando el filtro 106 de error distribuye el error sobre el siguiente píxel de la fila que se está procesando, y los tres vecinos más cercanos del píxel que se está procesando en la siguiente fila hacia abajo, puede ser apropiado distribuir más del error al siguiente píxel en la fila que se está procesando y al píxel inmediatamente debajo del píxel que se está procesando, y menos del error a los dos vecinos diagonales del píxel que se está procesando.

El documento EP 982 932 A2 describe un método mediante el cual un color de píxel en una imagen (especialmente una imagen impresa en papel) se puede representar mediante un color de puntos en un patrón de puntos. Se selecciona un subconjunto de un conjunto limitado de colores de visualización, teniendo el subconjunto N colores de visualización que pueden representar un parche de color sólido del color del píxel. Los colores del subconjunto corresponden a los vértices de un simplex en el espacio de color. El simplex tiene (N - 1) dimensiones. A continuación, se realiza una operación de punto para seleccionar uno de los vértices del simplex y, por lo tanto, seleccionar el color de punto del color del subconjunto correspondiente al vértice seleccionado. La selección se efectúa seleccionando el vértice que tiene la coordenada baricéntrica más grande y realizando una operación de umbral. En consecuencia, un parche sólido del color del píxel se puede representar mediante un patrón de puntos que no tenga más de N colores diferentes. El patrón de puntos se puede visualizar mediante un dispositivo (12, 14) de imágenes, tal como una impresora de inyección de tinta, que tiene un conjunto limitado de colores de visualización.

El documento US 2007/0008335 A1 describe un método para representar una imagen en color que comprende las etapas de: seleccionar un conjunto de hasta cuatro colores de paleta elegidos de tal manera que la imagen en color se encuentra en una envolvente convexa del conjunto de hasta cuatro colores de paleta elegidos; asignar factores ponderados a cada uno de los colores de paleta elegidos, en el conjunto de hasta cuatro colores de paleta elegidos, de tal manera que el color de la imagen se pueda representar mediante una combinación lineal de los colores de paleta elegidos en proporciones dadas por los factores ponderados (es decir, determinando las coordenadas baricéntricas del color de la imagen); ordenar los colores de paleta elegidos, en el conjunto de hasta cuatro colores de paleta elegidos, de acuerdo con un criterio de ordenación; y emitir el color de paleta elegido, del conjunto de hasta cuatro colores de paleta elegidos, que corresponde al factor ponderado que, cuando se suma a los otros factores ponderados de acuerdo con los criterios de ordenación, contiene o es igual a un valor umbral en una matriz de tramado. En una forma preferida del método, los factores ponderados se someten a una operación de umbral utilizando una única matriz de tramado.

Desafortunadamente, se ha descubierto que si uno intenta utilizar métodos de difusión de errores convencionales, tales como el que se muestra en la Figura 1 para ECD y pantallas de paleta limitada similares, se generan artefactos graves que puede hacer que las imágenes resultantes sean inutilizables. Por ejemplo, en un tipo de artefacto (en lo sucesivo denominado artefacto "transitorio") cuando se pasa de un color de entrada a otro color muy diferente, la transición espacial puede ser tan larga que la salida nunca se establece en el promedio correcto incluso a través del tamaño del objeto que se está representando. En otro tipo de artefacto (en lo sucesivo denominado artefacto de "salto de patrón"), para una imagen de entrada de color constante, la salida salta entre dos conjuntos diferentes de primarios en una posición aparentemente aleatoria en la imagen. Aunque ambos conjuntos de primarios deberían producir idealmente una salida cercana al color que se solicita, la salida resultante no es robusta debido a que pequeños cambios en el sistema pueden causar estos cambios entre los dos conjuntos y el cambio de textura en tal salto también es notable y desagradable.

La presente invención busca proporcionar un método de representación de imágenes en color que se pueden utilizar con paletas que no están bien estructuradas, y puede ser grande, sin producir artefactos transitorios y de salto de patrón a los que los métodos de difusión de errores estándar son susceptibles.

En un aspecto, esta invención proporciona un método para representar una imagen en una pantalla que tiene una pluralidad de píxeles, cada uno de los cuales es capaz de visualizar uno cualquiera de una pluralidad de colores primarios, la envolvente convexa de los colores primarios que definen una gama de colores, el método que comprende, para cada uno de la pluralidad de píxeles en secuencia:

- recibir datos de entrada que representan el color del píxel a ser representado;
- excepto para el primer píxel en la secuencia, combinar los datos de entrada con los datos de error generados a partir de al menos un píxel representado previamente para formar datos de entrada modificados;
- convertir (210, 212) los datos de entrada en datos ($y_{i,j}$) de salida;
- calcular (214) la diferencia entre los datos ($u_{i,j}$, $u'_{i,j}$) de entrada modificados y los datos ($y_{i,j}$) de salida para el píxel y generar así datos ($e_{i,j}$) de error para el píxel; y
- suministrar los datos ($y_{i,j}$) de salida para la pluralidad de píxeles a la pantalla y representar así la imagen en la pantalla.

El método de la presente invención se caracteriza por:
 descomponer la gama de colores en una pluralidad de simplex, cada uno de los cuales tiene uno de la pluralidad de colores primarios en cada uno de los vértices;
 determinar en un espacio de color el simplex que encierra los datos de entrada modificados y los colores primarios de visualización asociados con el simplex;
 convertir los datos de entrada modificados en datos de salida; y
 en donde convertir los datos de entrada modificados en datos de salida comprende convertir los datos de entrada modificados en coordenadas baricéntricas en base al simplex y establecer los datos de salida en el primario que tiene la coordenada baricéntrica más grande;

En una forma de este proceso, los datos de entrada modificados se prueban para determinar si están dentro de la gama de colores y, si los datos de entrada modificados están fuera de esta gama de colores, los datos de entrada modificados se modifican aún más al proyectarse en la gama de colores. Esta proyección puede realizarse hacia el eje neutro del espacio de color a lo largo de líneas de luminosidad y matiz constantes. Alternativamente, la proyección puede efectuarse hacia el color representado por los datos de entrada para el píxel hasta que se alcance el límite de la gama. Normalmente, el espacio de color utilizado será tridimensional, de modo que cada uno de los simplex será un tetraedro. Los datos de error pueden, y normalmente estarán, repartidos en más de un píxel. Por ejemplo, si el método de la presente invención se efectúa utilizando un orden de procesamiento de píxeles de arriba a abajo y de izquierda a derecha, los datos de error normalmente se distribuirán a través de al menos el píxel a la derecha y el píxel de debajo del píxel que se está representando. Alternativamente, los datos de error pueden distribuirse a través del píxel a la derecha de, y los tres píxeles por debajo y adyacentes al píxel que se está representando. Especialmente, en el último caso, no es necesario que una proporción igual de los datos de error se distribuya a través de todos los píxeles en los que se dispersa; por ejemplo, cuando el error se distribuye a través del píxel a la derecha y los tres píxeles adyacentes en la siguiente fila, puede ser ventajoso asignar más datos de error a los dos píxeles que comparten un borde con el píxel que se está representando, a diferencia de los dos píxeles que solo comparten un vértice. La presente invención se extiende a un aparato que comprende un dispositivo de visualización que tiene una pluralidad de píxeles, cada uno de los cuales está dispuesto para mostrar cualquiera de una pluralidad de colores primarios, y un dispositivo informático capaz de realizar el método de la presente invención y suministrar sus datos de salida al dispositivo de visualización, haciendo así que el dispositivo de visualización muestre una imagen.

La presente invención también se extiende a un medio de almacenamiento informático no transitorio que comprende instrucciones que cuando son ejecutadas por un procesador hacen que el procesador lleve a cabo el método de la presente invención.

Como ya se ha señalado, la Figura 1 de los dibujos adjuntos es un diagrama de flujo de un método de la técnica anterior para representar una imagen en color.

La Figura 2 es un diagrama de flujo similar que ilustra el método de la presente invención.

La presente invención se basa en el reconocimiento de que los artefactos transitorios y de salto de patrón discutidos anteriormente resultan del hecho de que el cuantificador (108 en la Figura 1) tiene a su disposición una lista de bajo-limitaciones de primarios. En un espacio de color tridimensional, cualquier color en la gama del dispositivo se puede representar tramando solo cuatro primarios, y la presente invención se basa en restringir la elección de primarios de una manera apropiada para garantizar que solo se utilice un conjunto restringido de primarios durante la cuantificación.

El subconjunto de primarios que se pueden utilizar en un patrón de tramado para representar un color dado no es único; por ejemplo, en un espacio de color tridimensional, cualquier conjunto de cuatro o más primarios que definen un volumen en el espacio de color que encierra el color dado se puede utilizar en un patrón de tramado. Incluso si se restringe el subconjunto de primarios a solo cuatro, se puede utilizar cualquier conjunto de cuatro primarios que definen un tetraedro que encierra el color dado. Sin embargo, para evitar artefactos de salto de patrón, la asignación de subconjuntos de primarios a colores particulares debe realizarse de tal manera que cualquier ruta paramétrica a través del espacio de color resulte en un cambio suave en las proporciones de los diversos primarios utilizados con respecto al parámetro. Esto se puede lograr descomponiendo la gama total del sistema (la envolvente convexa de todos los primarios) en tetraedros con primarios como vértices y luego asignando a cada uno de los colores a ser representados el subconjunto de primarios correspondiente a los vértices de su tetraedro circundante. Esto puede efectuarse por triangulación Delaunay, que descompone la envolvente convexa de los primarios en un conjunto de tetraedros, las circunferencias de los cuales no encierran un vértice de otro tetraedro. Esto es conveniente, pero otras descomposiciones de la gama de colores también pueden ser beneficiosas; por ejemplo, para reducir la granulosidad de los medios tonos, los subconjuntos de primarios podrían elegirse para tener una baja variación en la luminosidad. Se apreciará que los métodos de descomposición pueden generalizarse a espacios de color de cualquier número de dimensiones utilizando simplex apropiados para el número de dimensiones involucradas en lugar de utilizar tetraedros en un espacio tridimensional.

En la Figura 2 de los dibujos adjuntos se ilustra una realización preferida del proceso de la invención, que es un diagrama de flujo esquemático generalmente similar al de la Figura 1. Como en el método de la técnica anterior ilustrado en la Figura 1, el método ilustrado en la Figura 2 comienza en una entrada 102, donde los valores $x_{i,j}$ de color se alimentan a un procesador 104, donde se añaden a la salida de un filtro 106 de error para producir una entrada $u_{i,j}$ modificada. (Nuevamente, esta descripción asume que los valores $x_{i,j}$ de entrada son tales que las entradas $u_{i,j}$ modificadas están dentro de la gama de colores del dispositivo). Si este no es el caso, alguna modificación preliminar de las entradas o entradas modificadas puede ser necesaria para asegurar que se encuentran dentro de la gama de colores apropiada.) Sin embargo, las entradas $u_{i,j}$ modificadas se alimentan a un proyector 206 de gama.

El proyector 206 de gama se proporciona para hacer frente a la posibilidad de que, a pesar de que los valores $x_{i,j}$ de entrada están dentro de la gama de color del sistema, las entradas $u_{i,j}$ modificadas pueden no estarlo, es decir, que la corrección de errores introducida por el filtro 106 de error puede llevar las entradas $u_{i,j}$ modificadas fuera de la gama de colores del sistema. En tal caso, no sería posible elegir un subconjunto de primarios para la entrada $u_{i,j}$ modificada ya que estaría fuera de todos los tetraedros definidos. Aunque se pueden imaginar otras formas de este problema, la única que se ha encontrado que da resultados estables es proyectar el valor $u_{i,j}$ modificado en la gama de colores del sistema antes del procesamiento adicional. Esta proyección se puede realizar de diversas formas; por ejemplo, la proyección puede efectuarse hacia el eje neutro a lo largo de una luminosidad y un tono constantes. Sin embargo, el método de proyección preferido es proyectar hacia el color de entrada hasta que se alcance el límite de la gama.

Los valores de entrada $u'_{i,j}$ proyectados se alimentan a un buscador de símplex, que devuelve el subconjunto apropiado de primarios $\{P_{ks}\}$, a un procesador 210, que también recibe los valores de entrada $u'_{i,j}$ proyectados, y los convierte en coordenadas baricéntricas del tetraedro (u otro símplex) definido por el subconjunto de primarios $\{P_{ks}\}$. Aunque podría parecer que el subconjunto de primarios $\{P_{ks}\}$ debería ser en base a los asignados al color $x_{i,j}$, del píxel de entrada, esto no funcionará; el subconjunto de primarios debe ser en base a los valores de entrada $u'_{i,j}$ proyectados. La salida λ del procesador 210 se suministra a un cuantificador 212, cuya función es muy diferente de la del cuantificador 108 que se muestra en la Figura 1. En lugar de realizar una difusión de error convencional, el cuantificador 212 elige el primario asociado con la coordenada baricéntrica más grande. Esto es equivalente a un umbral baricéntrico con el umbral (1/3, 1/3, 1/3) (véase el documento de Arad et al. mencionado anteriormente), que no es equivalente a la determinación de la distancia mínima realizada por el cuantificador 108 en la Figura 1. La salida $y_{i,j}$ del cuantificador 212 se envía luego al controlador de dispositivo de la manera habitual, o se almacena.

Los valores $y_{i,j}$ de salida y, o bien los valores $u_{i,j}$ de entrada modificados o los valores $u'_{i,j}$ de entrada proyectados (como se indica por las líneas discontinuas en la Figura 2), se suministran a un procesador 214, que calcula los valores $e_{i,j}$ de error mediante:

$$e_{i,j} = u'_{i,j} - y_{i,j} \text{ o}$$

$$e_{i,j} = u_{i,j} - y_{i,j}$$

(dependiendo del conjunto de valores de entrada que se estén utilizando) y pasa esta señal de error al filtro 106 de error de la misma manera que se describe anteriormente con referencia a la Figura 1.

En teoría, parecería que los valores $e_{i,j}$ de error deberían calcularse utilizando los valores $u_{i,j}$ de entrada modificados originales en lugar de los valores $u'_{i,j}$ de entrada proyectados, puesto que es la primera la que representa con precisión la diferencia entre los colores deseados y reales del píxel; en efecto, utilizar los últimos valores "desecha" el error introducido por la etapa de proyección. Empíricamente, se ha descubierto que el conjunto de valores de entrada que se utiliza no tiene un efecto importante sobre la precisión de la representación del color. Además, al decidir si utilizar los valores de entrada antes o después de la proyección en el cálculo del error, es necesario tener en cuenta el tipo de proyección efectuada mediante el proyector 206 de gama. Algunos tipos de proyección, por ejemplo la proyección a lo largo de líneas de matiz y luminosidad constantes, proporcionan una extensión continua y fija de los límites del dominio del cuantificador al volumen fuera de gama y, por lo tanto, permiten la utilización de los valores de entrada no proyectados en el cálculo del error sin riesgo de inestabilidad en los valores de salida. Otros tipos de proyección no proporcionan una extensión continua y fija de los límites del dominio del cuantificador; por ejemplo, la proyección hacia el color de entrada hasta que se alcanza el límite de la gama no proporciona una extensión fija de los límites del dominio del cuantificador, sino que los dominios del cuantificador cambian con los valores de entrada y, en estos casos, los valores de entrada proyectados deben utilizarse para determinar el valor de error, ya que utilizar valores no proyectados podría resultar en un método inestable en el que los valores de error podrían aumentar sin límite.

De lo anterior, se verá que la presente invención puede proporcionar un color mejorado en las pantallas de paleta limitada con menos artefactos que los que se obtienen utilizando técnicas de difusión de errores convencionales. La presente invención se puede utilizar en sistemas de visualización capaces de mostrar un continuo de colores (o al menos un número muy grande de colores) pero en los que los colores primarios disponibles no se distribuyen uniformemente por toda la gama de colores; por ejemplo, las pantallas en base a interferencias que controlan un ancho de espacio pueden mostrar una gran cantidad de colores en cada uno de los píxeles, pero con una estructura

predeterminada entre los primarios, que se encuentran en un colector unidimensional. La presente invención también se puede utilizar con pantallas electrocrómicas.

Para detalles adicionales de los sistemas de visualización en color a los que se puede aplicar la presente invención, el lector se dirige a las patentes de ECD antes mencionadas (que también dan discusiones detalladas de pantallas electroforéticas) y a las siguientes patentes y publicaciones:

Patentes de EE.UU. Nº 6,017,584; 6,545,797; 6,664,944; 6,788,452; 6,864,875; 6,914,714; 6,972,893; 7,038,656; 7,038,670; 7,046,228; 7,052,571; 7,075,502; 7,167,155; 7,385,751; 7,492,505; 7,667,684; 7,684,108; 7,791,789; 7,800,813; 7,821,702; 7,839,564; 7,910,175; 7,952,790; 7,956,841; 7,982,941; 8,040,594; 8,054,526; 8,098,418; 8,159,636; 8,213,076; 8,363,299; 8,422,116; 8,441,714; 8,441,716; 8,466,852; 8,503,063; 8,576,470; 8,576,475; 8,593,721; 8,605,354; 8,649,084; 8,670,174; 8,704,756; 8,717,664; 8,786,935; 8,797,634; 8,810,899; 8,830,559; 8,873,129; 8,902,153; 8,902,491; 8,917,439; 8,964,282; 9,013,783; 9,116,412; 9,146,439; 9,164,207; 9,170,467; 9,170,468; 9,182,646; 9,195,111; 9,199,441; 9,268,191; 9,285,649; 9,293,511; 9,341,916; 9,360,733; 9,361,836; 9,383,623; y 9,423,666; y las Publicaciones de Solicitudes de Patente de EE.UU. Nº. 2008/0043318; 2008/0048970; 2009/0225398; 2010/0156780; 2011/0043543; 2012/0326957; 2013/0242378; 2013/0278995; 2014/0055840; 2014/0078576; 2014/0340430; 2014/0340736; 2014/0362213; 2015/0103394; 2015/0118390; 2015/0124345; 2015/0198858; 2015/0234250; 2015/0268531; 2015/0301246; 2016/0011484; 2016/0026062; 2016/0048054; 2016/0116816; 2016/0116818; y 2016/0140909.

REIVINDICACIONES

1. Un método para representar una imagen en una pantalla que tiene una pluralidad de píxeles, cada uno de los cuales es capaz de visualizar uno cualquiera de una pluralidad de colores primarios, definiendo la envolvente convexa de los colores primarios una gama de colores, el método que comprende, para cada uno de la pluralidad de píxeles en secuencia:
 - recibir (102) datos de entrada que representan el color del píxel a ser representado;
 - excepto para el primer píxel en la secuencia, combinar (104) los datos de entrada con los datos (e_{ij}) de error generados a partir de al menos un píxel representado previamente para formar datos (u_{ij} , u'_{ij}) de entrada modificados;
 - convertir (210, 212) los datos de entrada en datos (y_{ij}) de salida;
 - calcular (214) la diferencia entre los datos (u_{ij} , u'_{ij}) de entrada modificados y los datos (y_{ij}) de salida para el píxel y generar así datos (e_{ij}) de error para el píxel; y
 - suministrar los datos (y_{ij}) de salida para la pluralidad de píxeles a la pantalla y representar así la imagen en la pantalla,
- el método se caracteriza por:
 - descomponer la gama de colores en una pluralidad de símplex, cada uno de los cuales tiene uno de la pluralidad de colores primarios en cada uno de los vértices;
 - determinar (208) en un espacio de color el símplex que encierra los datos (u_{ij} , u'_{ij}) de entrada modificados, y los colores $\{P_{ks}\}$ primarios de visualización asociados con el símplex;
 - convertir (210) los datos (u_{ij} , u'_{ij}) de entrada modificados en datos (y_{ij}) de salida; y
 - en donde convertir los datos (u_{ij} , u'_{ij}) de entrada modificados en datos (y_{ij}) de salida comprende convertir los datos (u_{ij} , u'_{ij}) de entrada modificados en coordenadas baricéntricas en base al símplex y establecer (212) los datos (y_{ij}) de salida al primario que tiene la coordenada baricéntrica más grande.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende además probar (206) los datos (u_{ij}) de entrada modificados para determinar si están dentro de la gama de colores y, si los datos de entrada modificados están fuera de esta gama de colores, modificar aún más los datos de entrada modificados proyectando los datos de entrada modificados en la gama de colores.
3. El método de la reivindicación 2, en donde la proyección se efectúa hacia el eje neutro del espacio de color a lo largo de líneas de luminosidad y tono constantes.
4. El método de la reivindicación 2, en donde la proyección se efectúa hacia el color representado por los datos de entrada para el píxel hasta que se alcanza el límite de la gama.
5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde los datos (u'_{ij}) de entrada modificados producidos mediante la proyección se utilizan tanto para la conversión (210) a coordenadas baricéntricas como para el cálculo (214) de los datos de error.
6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde los datos (u'_{ij}) de entrada modificados producidos mediante la proyección se utilizan para la conversión (210) a coordenadas baricéntricas pero los datos (u_{ij}) de imagen modificados antes de la proyección se utilizan para el cálculo (214) de los datos de error.
7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el espacio de color es tridimensional de modo que cada uno de los símplex es un tetraedro.
8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los datos (e_{ij}) de error se distribuyen en más de un píxel.
9. El método de la reivindicación 8, en donde los datos (e_{ij}) de error se distribuyen en al menos cuatro píxeles.
10. El método de la reivindicación 9, en donde la proporción de los datos de error aplicados a diferentes píxeles varía.
11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la pantalla es una pantalla electroforética.
12. Un aparato que comprende un dispositivo de visualización que tiene una pluralidad de píxeles, cada uno de los cuales está dispuesto para mostrar uno cualquiera de una pluralidad de colores primarios, y un dispositivo informático que comprende medios para llevar a cabo el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 y suministrar sus datos de salida al dispositivo de visualización, haciendo que el dispositivo de visualización muestre una imagen.
13. Un medio de almacenamiento informático no transitorio que comprende instrucciones que cuando son ejecutadas por un procesador hacen que el procesador lleve a cabo el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

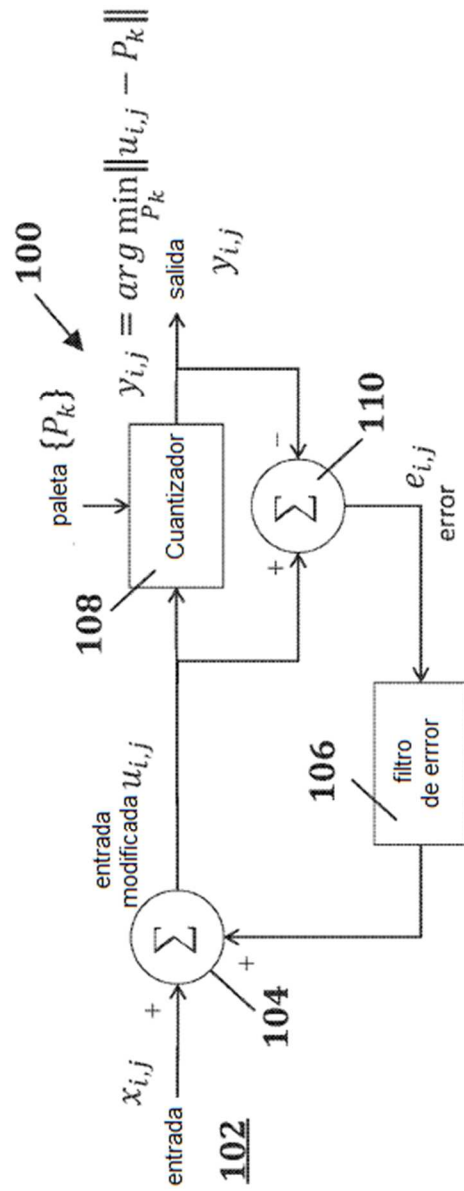


Fig. 1 (Técnica Anterior)

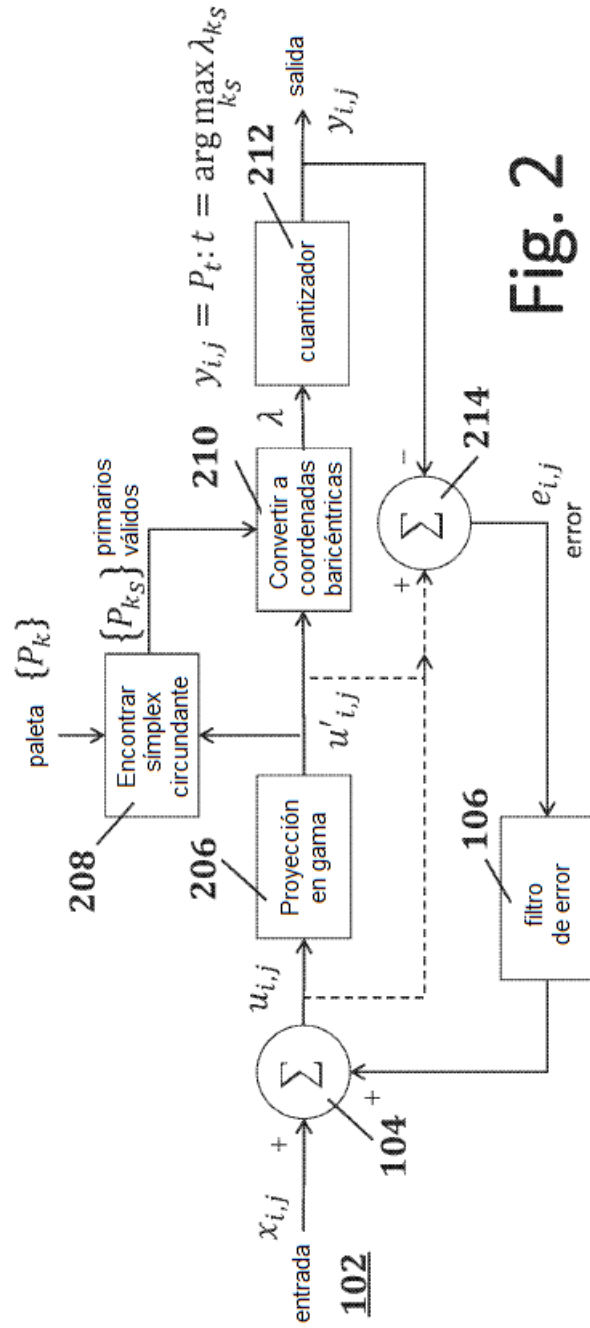


Fig. 2