

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 520**

51 Int. Cl.:

G09G 3/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2012 E 12151013 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2015 EP 2477176**

54 Título: **Aproximación de tabla de compensación de retro-iluminación para dispositivos de pantalla de visualización**

30 Prioridad:

14.01.2011 TR 201100389

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

24.09.2015

73 Titular/es:

**VESTEL ELEKTRONIK SANAYI VE TICARET A.S.
(100.0%)**

**Organize Sanayi Bölgesi
45030 Manisa, TR**

72 Inventor/es:

TASLI, EMRAH

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 546 520 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

Aproximación de tabla de compensación de retro-iluminación para dispositivos de pantalla de visualización

Ambito técnico

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para aproximación de tabla de compensación de retro-iluminación para dispositivos de pantalla de visualización.

Técnica anterior

10 **[0002]** Los LCD (dispositivos de pantalla de cristal líquido) emplean una pluralidad de elementos de retro-iluminación para iluminar el dispositivo de pantalla. Los elementos de retro-iluminación pueden colocarse bajo una fina capa de película del dispositivo de pantalla que se llaman entonces de pantallas de iluminación directa, o a lo largo de los bordes del dispositivo de pantalla llamándose entonces pantallas iluminadas por borde.

[0003] Las pantallas de iluminación directa emplean elementos luminosos uniformemente distribuidos a lo largo del dispositivo de pantalla. Por lo tanto, el dispositivo de pantalla está uniformemente iluminado mediante retro-iluminación.

15 **[0004]** Sin embargo, los dispositivos de pantalla iluminados por borde, emplean un número limitado de elementos de retro-iluminación que se sitúan a lo largo de los bordes del dispositivo de pantalla. Dado que la intensidad de la luz tiene un valor máximo a una distancia cero de la fuente y disminuye a medida que la distancia aumenta, el dispositivo de pantalla no pueden iluminarse de manera uniforme.

20 **[0005]** Para obtener una iluminación uniforme, son utilizados varios elementos transmisores o reflectores de luz dentro del dispositivo de pantalla. Sin embargo, tampoco estos elementos son adecuados para obtener uniformidad. Por lo tanto se requiere una compensación adicional de una compensación no uniforme.

[0006] Amplias investigaciones sobre procedimientos de compensación llevaron a la conclusión de que, es posible compensar la distribución luminosa no uniforme, ajustando la capa de película delgada para alterar la transmisión luminosa. Sin embargo, en la práctica, unos datos de compensación requieren cálculos complejos y además un amplio espacio de memoria para almacenar dichos datos de compensación.

25 **[0007]** Por ejemplo, un dispositivo de pantalla de alta definición completa (Full HD) (1920 x 1080 píxeles), con una resolución de color de 16 bits, requiere una tabla de compensación de $1920 \times 1080 \times 16 = 33177600$ bits que son aproximadamente 4 megabytes, para una sola fuente luminosa. Debido a este gran requerimiento de memoria, la compensación no se considera como una solución práctica y no puede realizarse una retro-iluminación totalmente uniforme.

30 **[0008]** Otro inconveniente con los dispositivos de pantalla iluminados por borde es que, puesto que la retro-iluminación no puede ser utilizada para iluminar una región definida del dispositivo de pantalla, no es posible utilizar procedimientos de oscurecimiento local como en los dispositivos de pantalla con iluminación directa. En su lugar, puede considerarse una iluminación combinada de retro-iluminación para así obtener uniformidad, requiriéndose de nuevo operaciones complejas y gran espacio en memoria.

35 **[0009]** Debido a los inconvenientes indicados de las pantallas iluminadas por borde, el mercado se centra en dispositivos de pantalla de iluminación directa que sirven para la calidad de imagen, pero cuyo costo de producción es relativamente mucho mayor que el de los dispositivos de pantalla iluminados por borde.

40 **[0010]** Se han propuesto diversas soluciones respecto de los problemas planteados. Una de estas soluciones se describe en el documento de patente WO 2010/096269 A1 en el que se emplea un panel de compensación dentro del dispositivo de pantalla y colocándose un dispositivo de adquisición de imagen frente al dispositivo de pantalla para detectar la falta de uniformidad de retro-iluminación. El panel de compensación se ajusta mediante un sistema de controlador basado en la adquisición de faltas de uniformidad. La solución propuesta puede compensar la falta de uniformidad. Sin embargo la utilización de un panel de compensación y un dispositivo de adquisición de imagen, lleva consigo dificultad implementación y aumento significativo de costes.

45 **[0011]** En el documento de patente WO 2007/025739 A1, se describe otra solución para la compensación de retro-iluminación en la que se utiliza un panel trans-reflectante cóncavo para distribuir uniformemente la luz emitida. Este procedimiento es bien conocido y ampliamente utilizado en dispositivos de pantalla iluminadas por borde. Sin embargo, el hecho de que la invención se puede utilizar con una sola fuente de retro-iluminación limita el alcance de la solución. Además se sabe que los paneles trans-reflectantes no proporcionan una solución completa para la
50 uniformidad puesto que no puede obtenerse una distribución luminosa superficial perfecta.

5 **[0012]** El documento de patente US 7717602 B2 describe otra solución para la compensación de contraluz por falta de uniformidad de retro-iluminación. La referida solución comprende la utilización de elementos de retro-iluminación de fondo extra en el dispositivo de pantalla y el control de estos elementos de retro-iluminación para compensar la falta de uniformidad de retro-iluminación. Sin embargo, como todas las fuentes de retro-iluminación conocidas en la técnica anterior proporcionan un haz luminoso de punto extendido, añadiendo las fuentes de retro-iluminación extras nuevas faltas de uniformidad y no es posible compensar totalmente faltas de uniformidad utilizando la solución de este documento de patente.

10 **[0013]** En el documento publicado número EP 2154674 A1 del estado de la técnica, se revela un procedimiento de corrección de brillo y un aparato de pantalla de visualización adecuado para utilizar dicho procedimiento. El aparato de visualización comprende un panel de pantalla de visualización; un conjunto de retro-iluminación que incluye, al menos, una unidad de fuente de luz que suministra una luz para el panel de pantalla; y una unidad correctora de brillo que corrige un brillo de la imagen, utilizando la información de corrección de brillo que se determina a partir del brillo de cada área de la imagen. En una realización de la invención descrita en dicho documento, la información de corrección de brillo es un tipo de matriz correspondiente a cada píxel de una imagen visualizada por el panel de
15 pantalla de visualización. Según esta realización, la información de corrección de brillo puede determinarse como un valor de coeficiente que es proporcional al brillo de una luz suministrada desde el conjunto de retro-iluminación. La información de corrección de brillo determinada, se multiplica por un valor de brillo de cada píxel de la imagen por medio de la unidad correctora de brillo, compensando así la diferencia de brillo debida a la variación de brillo de una luz suministrada desde el conjunto de retro-iluminación. Sin embargo, la realización dada no es capaz de superar el problema que supone el requerimiento de espacio de memoria grande, mencionado anteriormente.
20

[0014] Obviamente, se requiere un procedimiento para eliminar las dificultades de ejecución de dispositivos de pantalla iluminados por borde que determine alta calidad de visualización.

Breve descripción de la invención

25 **[0015]** La presente invención incluye un procedimiento para aproximación de tabla de compensación de retro-iluminación, mediante la utilización de descomposición en valores individuales de una matriz y la aproximación de la matriz a través de la determinación de un número de orden y reduciendo el tamaño de la matriz utilizando este número de orden.

30 **[0016]** Dado que la distribución de la luz a lo largo de unos ejes vertical y horizontal se encuentra altamente relacionada, puede hacerse una aproximación exitosa para una tabla de compensación y una tabla de compensación voluminosa se comprime hasta en una proporción del 99%.

[0017] La invención también revela la utilización de esta aproximación en dispositivos de pantalla a fin de obtener uniformidad de retro-iluminación a través de todo el dispositivo de pantalla. El valor de aproximación se utiliza para ajustar los valores de transmisión de píxeles del dispositivo de pantalla y compensa la desviación de retro-iluminación en todo el dispositivo de pantalla de visualización.

35 **[0018]** Además, dentro de las enseñanzas de la presente invención, se proponen un procedimiento y un sistema para oscurecimiento local tanto de pantallas de iluminación por borde como de iluminación directa en las que se mantiene la uniformidad de retro-iluminación, mientras se logra oscurecimiento local efectivo y suave.

[0019] El ámbito de protección de la presente invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

Objeto de la invención

40 **[0020]** El objeto de la invención es proporcionar un procedimiento para aproximación de tabla de compensación de retro-iluminación para dispositivos de pantalla de visualización.

[0021] Otro objeto de la invención es proporcionar un procedimiento de compensación de retro-iluminación y un sistema para la compensación de falta de uniformidad de retro-iluminación en un dispositivo de pantalla de visualización.

45 **[0022]** Otro objeto de la invención es proporcionar un procedimiento de compensación de retro-iluminación y un sistema que reduce la memoria requerida para una tabla de compensación.

[0023] Otro objeto de la invención es proporcionar un procedimiento y un sistema de compensación de retro-iluminación que permitan utilizar el oscurecimiento local en dispositivos de pantalla iluminados por borde.

Breve descripción de los dibujos

[0024]

La figura 1 muestra la distribución de intensidad luminosa horizontal de un dispositivo de pantalla de visualización iluminado por borde que comprende una sola fuente de retro-iluminación respecto la posición horizontal.

La figura 2 muestra la distribución de intensidad luminosa vertical de un dispositivo de pantalla de visualización iluminado por borde que comprende una sola fuente de retro-iluminación respecto de la posición vertical.

La figura 3 muestra el error cuadrático medio del procedimiento de la presente invención con respecto a un parámetro de orden de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

[0025] Los dispositivos de pantalla iluminados por borde soportan falta de uniformidad de retro-iluminación que degrada la calidad de imagen percibida en el dispositivo de pantalla de visualización. Para compensar esta falta de uniformidad, la solución del estado de la técnica es compensar la falta de uniformidad, ajustando la capa de película fina de visualización mediante utilización de una tabla de compensación.

[0026] Sin embargo, para un dispositivo de pantalla de visualización de alta definición, que tiene 1920 columnas y 1080 filas de píxeles con 16 bits de resolución, una sola fuente de retro-iluminación requiere una tabla de compensación que consume aproximadamente 4 megabytes de memoria, lo que es demasiado.

[0027] El objetivo del procedimiento y sistema de la presente invención es reducir la memoria requerida por la aproximación de la tabla de compensación mediante descomposición en valores individuales y un criterio de error cuadrático medio (ECM).

[0028] Una matriz M, que tiene un tamaño de m x n se puede representar mediante descomposición en valores individuales como se muestra en la ecuación (1).

$$M = U \Sigma V^* \tag{1}$$

[0029] En la ecuación (1), U es una matriz unidad m x m, Σ es una matriz diagonal m x n con números reales no negativos en la diagonal y V* indica la transposición conjugada de V, que es una matriz unidad n x n. Para la matriz concernida, que es la tabla de compensación, V puede suponerse real y por lo tanto el conjugado puede ser sustituido por transposición.

[0030] La ecuación (1) se puede descomponer en dos ecuaciones (2, 3) para realizar la función de dispersión de punto.

$$U' = U \Sigma \tag{2}$$

$$M = U' V^T \tag{3}$$

[0031] El procedimiento de la presente invención utiliza una matriz de modelo aproximado M' por la matriz M, utilizando un orden de aproximación R_{esimo} . La aproximación se basa en minimizar la norma de Frobenius de la diferencia entre las matrices M y M'.

[0032] La matriz M' de aproximación se descompone como en la ecuación (4), que también se conoce como teorema de Eckart-Young y se describe en la parte de "low-rank matrix approximation (aproximación de matriz de bajo rango)" del artículo "Singular Value decomposition (descomposición en valor individual)", publicado en Wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/Singular_value_decomposition)

$$M' = U \Sigma' V^T \quad (4)$$

[0033] Aquí Σ' se obtiene dejando los valores R mayores de la matriz Σ y poniendo a cero todos los valores restantes. De esta manera se reduce el tamaño de las matrices que se componen para determinar M' .

5 **[0034]** Puesto que todos los valores de Σ' son cero excepto R, M' se expresa con una nueva ecuación de descomposición (5):

$$M' = U'' \Sigma'' V''^T \quad (5)$$

10 **[0035]** En la ecuación (5), las matrices U'' , V''^T se redefinen ya que el tamaño de Σ' está reducido. Para la ecuación (5), U'' se convierte a una matriz $m \times R$ reducida a partir de U tal que columnas de U'' son vectores individuales izquierdos de U . Asimismo, V''^T se reduce a partir de V^T a una matriz $n \times R$ de tal manera que las filas de V''^T son vectores individuales derechos de V^T . Puesto que Σ' se obtiene dejando los valores R mayores de la matriz Σ y poniendo a cero todos los demás valores, se define como una matriz $R \times R$ diagonal los cuales son individuales. La ecuación resultante (5) compone la matriz M' teniendo el mismo tamaño la matriz M , que es $m \times n$. Sin embargo, ya que la matriz Σ está reducida y U y V^T se reducen para cumplir las ecuaciones, los valores de M son aproximados hasta un determinado error. En otras palabras, mediante la formación de la matriz M' , se lleva a cabo una aproximación de orden R_{esimo} .

20 **[0036]** El procedimiento de aproximación indicado puede ser utilizado con éxito para determinar la tabla de compensación utilizando descomposición en valores individuales. Puesto que una tabla $m \times n$ se reduce a la multiplicación de las tres matrices que tienen tamaños $m \times R$, $R \times R$ y $R \times n$, en términos prácticos, una tabla de compensación de 16 bits de dispositivo de visualización de definición completa, que sin comprimir está indicada para consumir 4 megabytes, se reduce a aproximadamente a $16 \times (1.920 + 1.080) \times 5 = 240.000$ bits que son aproximadamente 29 kilobytes. La relación de compresión alcanza hasta el 99%. Mientras que el tamaño de la tabla se reduce por una parte, ya que la reconstrucción de la tabla requiere R multiplicaciones de 16 bits adicionales y $R-1$ sumas de 32 bits, por otra parte se requiere potencia de procesamiento cálculo. Sin embargo, la reducción del tamaño de la tabla se vuelve muy ventajosa con casi ningún inconveniente ya que los dispositivos de pantalla emplean microprocesadores de potencia que son adecuados para manejar operaciones matemáticas complejas con el fin de utilizar algoritmos de mejora de imagen.

30 **[0037]** La utilización de la descomposición en valor individual y una aproximación de orden R_{esimo} , se pueden utilizar ya que la distribución de intensidad vertical y la distribución de intensidad horizontal de una fuente luminosa están altamente relacionadas. La figura 1 muestra la intensidad luminosa de una fuente de luz puntual (por ejemplo, diodo emisor de luz - LED) con respecto a la posición horizontal. La figura 2 muestra la intensidad luminosa de la misma fuente con respecto a la posición vertical. La característica de alta relación de la distribución de intensidad, permite fácilmente la aproximación de tabla de compensación.

40 **[0038]** En la aplicación del procedimiento de la presente invención, una cuestión importante es determinar el número de orden R para tener una aproximación adecuada de la tabla de compensación. En una realización de la invención, el número de orden R, se determina comparando valores aproximados y reales, utilizando un criterio de error cuadrático medio (ECM). El criterio ECM proporciona información verdadera de un error de percepción práctica. La figura 3 muestra el ECM de aproximación de la presente invención con respecto al número de orden R. Como puede verse en la figura, el ECM de aproximación, disminuye exponencialmente con el aumento de número de orden. La determinación del número de orden por medio de observación visual, así como de resultados matemáticos también es importante. La aplicación del procedimiento y la observación visual indica resultados similares a los resultados matemáticos y aquellos indican claramente que, un número de orden de 5 es lo suficientemente alto para aproximar adecuadamente la tabla de compensación y no hay diferencia visual que pueda apreciarse en la observación visual.

[0039] En conclusión, el procedimiento de la presente invención comprende las etapas de;

- determinación de un número de orden R;
- definición de la tabla de compensación $m \times n$, utilizando la ecuación descomposición en valor individual (1)

$$M = U \Sigma V^* \quad (1)$$

en donde U indica una matriz unidad m x m, Σ es una matriz diagonal m x n con números reales no negativos en la diagonal y V^* indica la transposición conjugada de V, que es una matriz unidad n x n;

- obtención de una matriz Σ' , dejando valores de R mayores de Σ y poniendo a cero el resto de los valores,
- 5 • obtención de una matriz Σ'' la diagonal de la cual son individuales, mediante reducción del tamaño de Σ' a R x R;
- obtención de una matriz m x R U'' , mediante la reducción de U tal que columnas de U'' son vectores individuales izquierdos de U
- obtención de una matriz R x n V'' mediante reducción de V tal que columnas de V'' son los vectores individuales derechos de V;
- 10 • definición de una matriz M' como una aproximación de M mediante la ecuación de aproximación (5)

$$M' = U'' \Sigma'' V''^T \quad (5)$$

15 La técnica de aproximación de la presente invención se puede utilizar para compensación de retro-iluminación en un dispositivo de pantalla de visualización que comprende, al menos, una fuente de retroalimentación y los píxeles de m filas y n columnas. Dicho procedimiento comprende las etapas de:

- almacenamiento de una primera matriz U “que tiene un tamaño m x R, una segunda matriz Σ ” que tiene un tamaño R x R y una tercera matriz V''^T con tamaño R x n, para al menos una fuente de retro-iluminación del dispositivo de pantalla de visualización, en el que R indica un número de orden de aproximación;
- 20 • calcular un valor de compensación para al menos un píxel, utilizando una ecuación de aproximación (5)

$$M' = U'' \Sigma'' V''^T \quad (5)$$

- ajustando dicho valor de transmisión luminosa del píxel utilizando dicho valor de compensación calculado.

25 **[0040]** La presente invención comprende además un dispositivo de pantalla de visualización con una resolución de visualización m x n, utilizando el procedimiento de la invención para determinar la compensación de retro-iluminación para obtener uniformidad. El dispositivo de pantalla de visualización comprende,

- medios para almacenar una primera matriz U'' que tiene un tamaño m x R, una segunda matriz Σ'' que tiene un tamaño R x R y tercera matriz V''^T que tiene un tamaño R x n para, al menos, una fuente de retro-iluminación del dispositivo de pantalla de visualización en las que R indica un número de orden de aproximación;
- 30 • medios para calcular un valor de compensación para al menos un píxel, utilizando una ecuación de aproximación (5)

$$M' = U'' \Sigma'' V''^T \quad (5)$$

- 35 • medios para ajustar el valor de transmisión de luz de un píxel utilizando dicho valor de compensación calculado.

[0041] El dispositivo de pantalla de visualización de la presente invención utiliza el procedimiento de aproximación de la invención y ajusta píxeles de la pantalla mediante el cálculo de un valor de compensación para cada fuente de luz del dispositivo de pantalla. Como resultado de ello, toda la pantalla es compensada respecto de la falta de uniformidad de intensidad luminosa. El valor de compensación puede ser calculado para cada actualización de los píxeles de la pantalla. Si el dispositivo de pantalla de visualización dispone de memoria temporal suficiente para almacenar toda la matriz aproximada, los valores de compensación calculados pueden almacenarse en la memoria temporal para evitar repetidos cálculos de compensación. Mientras que los parámetros de intensidad luminosa no se cambien por medio de otros parámetros del dispositivo de pantalla, por ejemplo un ajuste de brillo por el usuario, puede no ser necesario calcular los valores de compensación repetidamente.

40

45

[0042] Ahora con las enseñanzas de la presente invención, son posibles mejoras en base de control de retro-iluminación ya que es posible establecer uniformidad para todo el dispositivo de pantalla de visualización. En el estado de la técnica, mejoras basadas en control de retro-iluminación tales como oscurecimiento local o retro-iluminación intensificada para aumentar la dinámica de contraste y de imagen, se pueden aplicar únicamente en los dispositivos de pantalla de iluminación directa. Dentro de los procedimientos conocidos en el estado de la técnica, es

50

casi imposible utilizar técnicas de oscurecimiento local, puesto que el principio localidad no se aplica a dispositivos de pantalla iluminados por borde, es decir; cada fuente de luz ilumina una amplia área en el dispositivo de pantalla de visualización y es casi imposible determinar una iluminación correcta para las regiones del dispositivo de pantalla, manteniendo uniformidad de iluminación.

- 5 **[0043]** Sin embargo, si se aplica el procedimiento de compensación de la presente invención para cada fuente de retro-iluminación del dispositivo de pantalla de visualización, es simplemente una cuestión de cálculo y predicción para usar oscurecimiento local ya que el resultado de una combinación de diferentes niveles de iluminación para cualquier píxel se puede calcular y un oscurecimiento local deseado se puede determinar de acuerdo con cálculos de compensación.
- 10 **[0044]** Con el procedimiento de oscurecimiento local de la presente invención, se siguen las siguientes etapas;
- una primera matriz U'' que tiene un tamaño $m \times R$, una segunda matriz Σ'' que tiene un tamaño $R \times R$ y tercera matriz V''^T que tiene un tamaño $R \times n$, se almacenan para, al menos, una fuente de retro-iluminación del dispositivo de pantalla de visualización;
 - una imagen de entrada se procesa para determinar los niveles de oscurecimiento local para cada región predefinida del dispositivo de pantalla de visualización;
 - 15 • los niveles de conducción de retro-iluminación de las fuentes de retro-iluminación se ajustan para oscurecer, al menos, una porción del dispositivo de pantalla de visualización que incluye al menos una región predefinida que se determina para tener oscurecimiento local;
 - un valor de compensación para, al menos, un píxel se calcula mediante la aproximación de nivel de iluminación procedente de cada fuente de retro-iluminación, utilizando la ecuación (5)
- 20

$$M' = U'' \Sigma'' V''^T \quad (5)$$

y sumando todos los niveles de aproximación calculados;

- 25 • ajustándose dicho valor de transmisión de luz de píxel, utilizando dicho valor de compensación calculado.

- [0045]** Con las técnicas del actual estado de la técnica, mientras se oscurece una fuente luminosa para obtener oscurecimiento local, el resto del dispositivo de pantalla de visualización también es afectado ya que no existe localidad. Sin embargo con el procedimiento de la presente invención, es posible oscurecer una fuente de retro-iluminación y compensar la degradación de la calidad de imagen en el resto del dispositivo de presentación mediante el aumento de las intensidades de fuentes luminosas sin oscurecer para equilibrar la intensidad de la luz y obtener uniformidad, calculando valores de compensación combinada, utilizando el procedimiento de aproximación de la presente invención. La aplicabilidad de oscurecimiento local, utilizando el procedimiento de la invención permite la utilización de oscurecimiento local, no sólo en los dispositivos de pantalla con iluminación directa sino también en los dispositivos de pantalla iluminados por borde. Además, el procedimiento se puede utilizar en dispositivos de pantalla de iluminación directa para reducir el número de fuentes de retro-iluminación, pero manteniendo la eficacia de oscurecimiento local.
- 30
- 35

[0046] La presente invención comprende además un dispositivo de pantalla de visualización que comprende una pluralidad de fuentes retro-iluminación y una pluralidad de regiones predefinidas en la pantalla que comprende:

- 40 • medios para almacenar una primera matriz U'' con un tamaño $m \times R$, una segunda matriz Σ'' con un tamaño $R \times R$ y una tercera matriz V''^T con un tamaño $R \times n$ para, al menos, una fuente de retro-iluminación del dispositivo de pantalla de visualización en el que R denota un número de orden de aproximación;
- medios para el procesamiento de una imagen de entrada para determinar niveles de oscurecimiento local para cada región predefinida del dispositivo de pantalla de visualización;
- 45 • medios para ajustar los niveles de conducción de fuentes de retro-iluminación para atenuar, al menos, una parte del dispositivo de pantalla de visualización, incluyendo al menos una región predefinida que está determinada para tener oscurecimiento local;
- medios para calcular un valor de compensación para al menos un píxel mediante aproximación del nivel de iluminación originario de cada fuente de retro-iluminación, utilizando la ecuación (5)
- 50

$$M' = U'' \Sigma'' V''^T \quad (5)$$

y sumando todos los niveles de iluminación aproximados; y

- medios para ajustar dicho valor de transmisión de luz de píxel, utilizando dicho valor compensación calculado.

5 **[0047]** En los dispositivos de pantalla con iluminación directa en los que se utiliza la oscurecimiento local conocida a partir del estado de la técnica, surge otro problema del hecho de que cada fuente luminosa ilumina una determinada región del dispositivo de pantalla de visualización, es decir existe una localización, siendo posible la aparición de discrepancias de transición de retro-iluminación, ya que el límite de cada fuente de luz es discreto y si una región se intensifica mientras que una vecina se atenúa, se puede producir una gran diferencia de intensidad luminosa entre estas las regiones vecinas y la imagen percibida crea alteraciones visuales. Debido a este posible problema, se
10 utilizan técnicas de compensación de oscurecimiento local adicionales para obtener posibles regiones de discrepancia y corregirlas por el reajuste de los niveles de atenuación.

[0048] Sin embargo, puesto que se elimina la necesidad de obtener localidad discreta para retro-iluminación y la forma de desviación de intensidad continua de la luz no se alteran con el procedimiento y sistema de la presente invención, una suave transición de luz se obtiene en toda la pantalla, desapareciendo la posibilidad de discrepancia
15 indicada.

[0049] Dado que la técnica de aproximación reduce de manera significativa el tamaño de la memoria requerida, se hace posible almacenar las matrices utilizadas para la aproximación por separado para cada fuente de retro-iluminación. Sin embargo, si las fuentes de retro-iluminación tienen características de intensidad luminosa equivalentes, es posible utilizar las mismas matrices para la aproximación de estas fuentes de retro-iluminación
20 equivalentes. Resultan útiles operaciones matriciales básicas tales como el intercambio de índices de fila e índices de columna, desplazamiento de índices de fila e índices de columna, restitución de índices de fila y/o índices de columna y limitación de índice de fila y/o índice de columna.

[0050] La presente invención permite uniformidad de iluminación y control de iluminación total, tanto para dispositivos de pantalla iluminados por borde como de iluminación directa, independientemente del número y
25 posiciones de las fuentes de retro-iluminación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para aproximación de tabla de compensación de retro-iluminación para un dispositivo de pantalla de visualización que comprende, al menos, una fuente de retro-iluminación y píxeles de m líneas y n columnas, comprendiendo dicho procedimiento el cálculo de una matriz de aproximación M' para ajustar los valores de transmisión de luz de píxeles de la pantalla de visualización, en el que la matriz M' es una aproximación de una tabla de compensación de dicha fuente de retro-iluminación que es una matriz de compensación m x n conocida respecto de las m líneas y de las n columnas de píxeles; en el que dicho procedimiento se basa en la minimización de la regla Frobenius de la diferencia entre las matrices M y M' y que comprende las siguientes etapas:

- determinación de un número de orden R;
- representación de dicha tabla de compensación m x n, utilizando la ecuación de descomposición en valores individuales (1)

$$M = U \Sigma V^* \tag{1}$$

- en la que U designa una matriz m x m unidad, Σ es una matriz m x n diagonal de números reales no negativos en su diagonal y designando V* la transposición conjugada de V, que es una matriz n x n unidad;
- obtención de una matriz Σ' a partir de Σ , dejando los mayores valores R de Σ y poniendo a cero los restantes valores;
- obtención de una matriz Σ'' a partir de Σ' , reduciendo el tamaño de Σ' en R x R, en la que las diagonales de Σ'' son los valores individuales de M iguales a dichos mayores valores de R de Σ ;
- obtención de una matriz m x R U'', reduciendo U de manera que las columnas de U'' sean vectores individuales izquierdos de U;
- obtención de una matriz R x n V'', reduciendo V de manera que las columnas de V'' sean los vectores individuales derechos de V;
- calcular la matriz M' como una aproximación de M mediante una ecuación de aproximación (5)

$$M' = U'' \Sigma'' V''^T \tag{5}$$

en el que la determinación del número de orden R, comprende la comparación de valores aproximados procedentes de M' y valores reales procedentes de M, utilizando un criterio de error cuadrático medio.

30

2. Utilización del procedimiento de aproximación de tabla de compensación de retro-iluminación de acuerdo con la reivindicación 1, para compensar una retro-iluminación de un dispositivo de pantalla de visualización que comprende, al menos, una fuente retro-iluminación y píxeles de m líneas y n columnas, comprendiendo las siguientes etapas:

- almacenar la citada matriz U'' con un tamaño m x R, la citada matriz Σ'' con un tamaño R x R y la citada matriz V''^T con un tamaño R x n para la, al menos una, fuente de retro-iluminación del dispositivo de pantalla de visualización, en la que R designa el citado número de orden;
- calcular un valor de compensación para el, al menos un, píxel, utilizando la citada ecuación de aproximación (5):

$$M' = U'' \Sigma'' V''^T \tag{5}$$

40

- ajustar un valor de trasmisión de luz del, al menos un píxel, utilizando el citado valor de compensación calculado.

3. Dispositivo de pantalla de visualización que comprende, al menos, una fuente de retro-iluminación y píxeles de m líneas y n columnas que adicionalmente comprende:

- medios para almacenar la citada matriz U'' con un tamaño m x R, la citada matriz Σ'' con un tamaño R x R y la citada matriz V''^T con un tamaño R x n, para la, al menos una, fuente de retro-iluminación del dispositivo de

pantalla de visualización, obtenidas aplicando el procedimiento de aproximación de tabla de compensación de retro-iluminación según la reivindicación 1 a la citada matriz de compensación $m \times n$ conocida M , en el que R designa el citado número de orden;

- medios para calcular un valor de compensación utilizando la citada ecuación de aproximación (5)

5

$$M' = U'' \Sigma'' V''^T \quad (5)$$

y

- medios para ajustar un valor de transmisión de luz del, al menos un, píxel, utilizando dicho valor de compensación calculado.

10

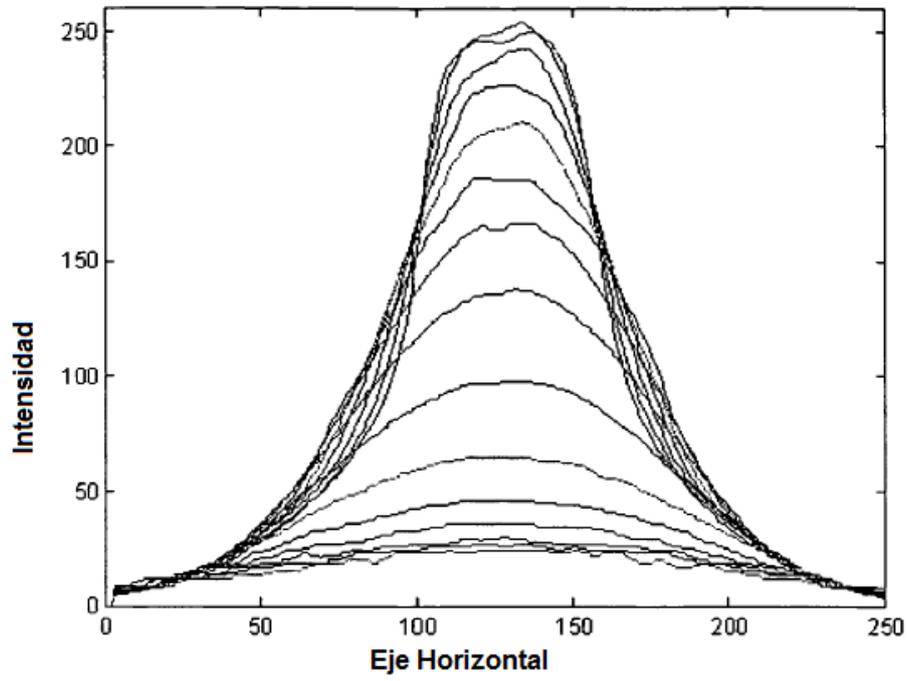


FIGURA 1

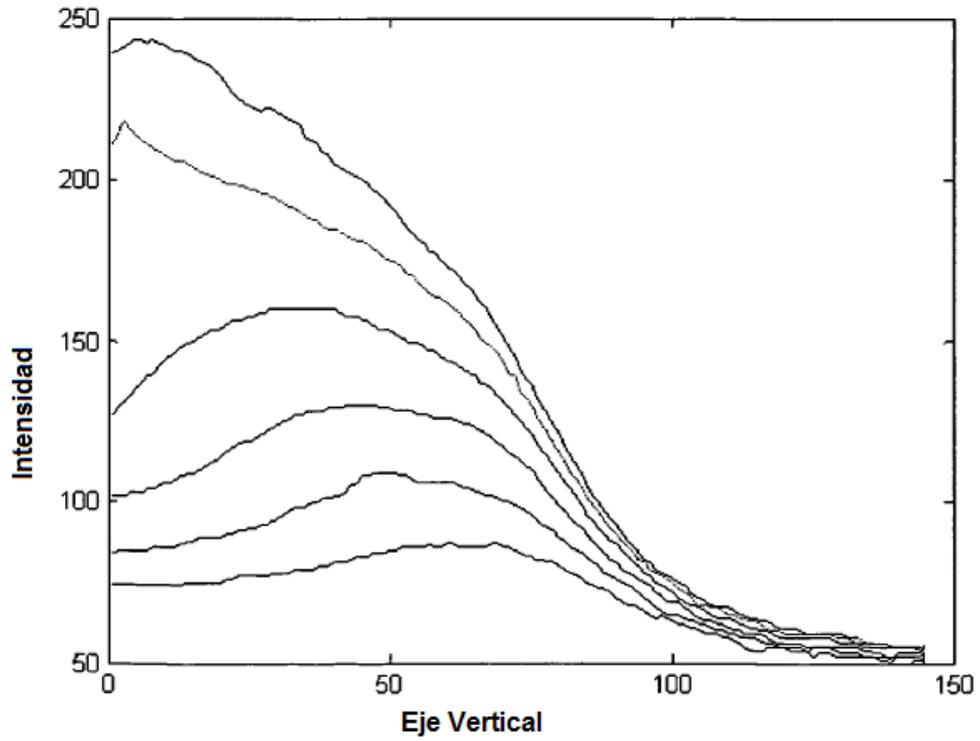


FIGURA 2

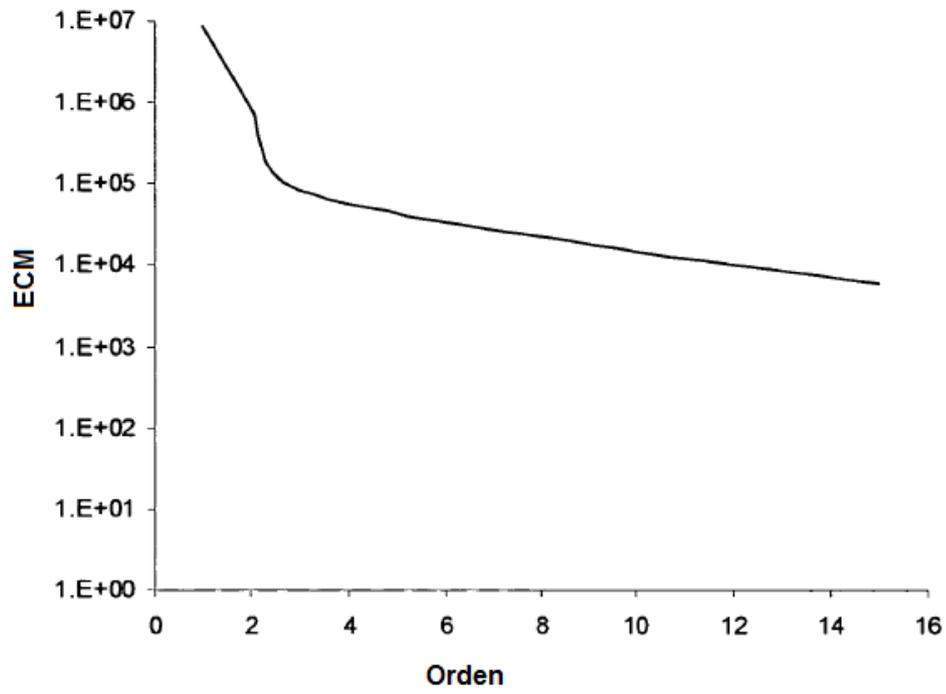


FIGURA 3

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden
5 excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

• WO 2010096269 A1 [0010]

• US 7717602 B2 [0012]

• WO 2007027539 A1 [0011]

• EP 2154674 A1 [0013]