

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 024 693**

51 Int. Cl.:

G09G 5/10 (2006.01)

G06T 5/92 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2019** **PCT/US2019/051419**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2020** **WO20060980**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2019** **E 19774039 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.04.2025** **EP 3853809**

54 Título: **Mapeo de pantalla para imágenes de alto intervalo dinámico en pantallas con limitación de energía**

30 Prioridad:

17.09.2018 EP 18194858

17.09.2018 US 201862732123 P

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

05.06.2025

73 Titular/es:

**DOLBY LABORATORIES LICENSING
CORPORATION (100.00%)**

**1275 Market Street
San Francisco, CA 94103, US**

72 Inventor/es:

PYTLARZ, JACLYN ANNE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 024 693 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

Mapeo de pantalla para imágenes de alto intervalo dinámico en pantallas con limitación de energía

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud provisional de patente de EE. UU. n.º 62/732123 y la solicitud de patente europea n.º 18194858.9, ambas presentadas el 17 de septiembre de 2018.

10 TECNOLOGÍA

En general, la presente invención se refiere a imágenes. Más particularmente, una realización de la presente invención se refiere al mapeo de visualización de imágenes y señales de vídeo de alto intervalo dinámico (HDR - High-Dynamic Range) desde un primer intervalo dinámico a un segundo intervalo dinámico en pantallas con limitación de energía.

ANTECEDENTES

Como se emplea en esta memoria, el término "intervalo dinámico" (DR - Dynamic Range) puede referirse a una capacidad del sistema visual humano (HVS - Human Visual System) para percibir un intervalo de intensidad (por ejemplo, luminancia, luma) en una imagen, por ejemplo, desde los grises más oscuros (negros) hasta los blancos más brillantes (destaques). En este sentido, el DR se refiere a una intensidad "referida a la escena". El DR también puede estar relacionado con la capacidad de un dispositivo de visualización para representar adecuada o aproximadamente un intervalo de intensidad de una amplitud particular. En este sentido, DR se refiere a una intensidad "referida a la pantalla". A menos que se especifique explícitamente que un sentido particular tiene una importancia particular en cualquier punto de la descripción en esta solicitud, debe inferirse que el término puede usarse en cualquier sentido, por ejemplo, indistintamente.

Como se emplea en esta memoria, el término alto intervalo dinámico (HDR) se refiere a una amplitud de DR que abarca los 14-15 órdenes de magnitud del sistema visual humano (HVS). En la práctica, el DR sobre el cual un ser humano puede percibir simultáneamente una extensa amplitud en el intervalo de intensidad puede estar algo truncada, en relación con HDR.

En la práctica, las imágenes comprenden uno o más componentes de color (por ejemplo, luminancia Y y crominancia Cb y Cr), en donde cada componente de color está representado por una precisión de n-bits por píxel (por ejemplo, n=8). Mediante el uso de la codificación de luminancia lineal, las imágenes en las que $n \leq 8$ (por ejemplo, imágenes JPEG de 24 bits en color) se consideran imágenes de intervalo dinámico estándar, al tiempo que las imágenes en las que $n > 8$ pueden considerarse imágenes de intervalo dinámico mejorado. Las imágenes HDR también se pueden almacenar y distribuir utilizando formatos de punto flotante de alta precisión (por ejemplo, 16 bits), como el formato de archivo OpenEXR desarrollado por Industrial Light and Magic.

Como se emplea en esta memoria, el término "metadatos" se refiere a cualquier información auxiliar que se transmite como parte del flujo de bits codificado y ayuda a un decodificador a renderizar una imagen decodificada. Dichos metadatos pueden incluir, pero no se limitan a, espacio de color o información de gama, parámetros de visualización de referencia y parámetros de señal auxiliar, como se describe en la presente memoria.

La mayoría de las pantallas de escritorio de consumo actualmente admiten luminancia de 200 a 300 cd/m² o nits. La mayoría de los televisores de alta definición para consumidores oscilan entre 300 y 500 nits, y los nuevos modelos alcanzan los 1000 nits (cd/m²). Por lo tanto, dichas pantallas convencionales tipifican un intervalo dinámico inferior (LDR - Lower Dynamic Range), también denominado intervalo dinámico estándar (SDR - Standard Dynamic Range), en relación con el HDR. A medida que aumenta la disponibilidad de contenido HDR debido a los avances tanto en el equipo de captura (por ejemplo, cámaras) como en las pantallas HDR (por ejemplo, el monitor de referencia profesional PRM-4200 de Dolby Laboratories), el contenido HDR se puede clasificar por colores y mostrar en pantallas HDR que admiten intervalos dinámicos más altos (por ejemplo, de 1000 nits a 5000 nits o más). Por norma general, de modo no taxativo, los procedimientos de la presente descripción se refieren a cualquier intervalo dinámico.

En un canal de imágenes tradicional, las imágenes capturadas se cuantifican utilizando una función optoelectrónica (OETF - Opto-ElecTronic Function) no lineal, que convierte la luz de escena lineal en una señal de vídeo no lineal (por ejemplo, RGB o YCbCr con codificación gamma). A continuación, en el receptor, antes de que se muestre en la pantalla, la señal es procesada por una función de transferencia electroóptica (EOTF - Electro-Optical Transfer Function) que traduce los valores de la señal de vídeo a los valores de color de la pantalla de salida. Dichas funciones no lineales incluyen la curva "gamma" tradicional, documentada en ITU-R Rec. BT.709 y BT. 2020, la curva "PQ" (cuantificación perceptual) descrita en SMPTE ST 2084, y la curva "HybridLog-gamma" o "HLG" descrita en ITU-R Rec. BT. 2100.

La creación de contenido de alto intervalo dinámico (HDR) ahora se está generalizando, ya que esta tecnología ofrece imágenes más realistas y vívidas que los formatos anteriores. Sin embargo, muchos sistemas de visualización, incluidos cientos de millones de pantallas de televisión de consumidores, no son capaces de reproducir imágenes HDR. Un enfoque que se utiliza para servir al mercado general es crear dos versiones de nuevo contenido de video: una con imágenes HDR y otra con imágenes SDR (intervalo dinámico estándar). Sin embargo, esto requiere que los autores de contenido creen su contenido de video en múltiples formatos y puede requerir que los consumidores sepan qué formato comprar para su pantalla específica. Un enfoque potencialmente mejor podría ser crear una versión de contenido en una pantalla HDR de referencia y utilizar un sistema de transformación de datos de imagen (por ejemplo, como parte de una funcionalidad del decodificador) para convertir automáticamente el contenido HDR a contenido HDR o SDR para compatibilidad con pantallas con un intervalo dinámico diferente al de la pantalla de referencia. Para mejorar los esquemas de visualización existentes, especialmente en lo que se refiere a pantallas con limitación de energía, como aprecian los inventores en esta invención, se desarrollan técnicas mejoradas para mapear imágenes de un primer intervalo dinámico en imágenes de un segundo intervalo dinámico.

Los enfoques descritos en esta sección son enfoques que podrían perseguirse, pero no necesariamente enfoques que se hayan concebido o perseguido previamente. Por lo tanto, a menos que se indique lo contrario, no debe suponerse que ninguno de los enfoques descritos en esta sección califique como técnica anterior simplemente en virtud de su inclusión en esta sección. De manera similar, los problemas identificados con respecto a uno o más enfoques no deben suponer que se han reconocido en ninguna técnica anterior sobre la base de esta sección, a menos que se indique lo contrario.

El documento WO 2018/152063 A1 describe procedimientos para mapear una imagen de un primer intervalo dinámico a un segundo intervalo dinámico. El mapeo se basa en una función que incluye dos polinomios spline determinados utilizando tres puntos de anclaje y tres pendientes. El primer punto de anclaje se determina utilizando los niveles de punto negro de la entrada y la salida diana, el segundo punto de anclaje se determina utilizando los niveles de punto blanco de la entrada y la salida diana, y el tercer punto de anclaje se determina utilizando datos de información de tonos medios para la entrada y la salida diana. El nivel de tonos medios de la salida diana se calcula de forma adaptativa basado en un mapeo ideal de uno a uno y preservando el contraste de entrada tanto en los negros como en los destacados. Se presenta un ejemplo de función de transferencia de mapeo de tonos basada en splines de Hermite de tercer orden (cúbicos).

El documento WO 2018/132329 A1 describe procedimientos para mapear una imagen de un intervalo dinámico a otro intervalo dinámico. El mapeo se basa en una función similar a la sigmoidea determinada por tres puntos de anclaje. El primer punto de anclaje se determina utilizando los niveles de punto negro de una pantalla de referencia y una pantalla diana, el segundo punto de anclaje se determina utilizando los niveles de punto blanco de las pantallas de referencia y diana, y el tercer punto de anclaje se determina utilizando datos de información de tonos medios para la imagen de entrada y el nivel de tonos medios de la pantalla diana. El nivel de tonos medios de la pantalla diana se calcula de forma adaptativa basado en un intervalo deseado de brillo constante y una función de mapeo. El mapeo de la función de mapeo puede ser lineal por partes (en el dominio logarítmico), continuo por partes o sigmoide. Se presentan ejemplos para mapear imágenes de alto intervalo dinámico a pantallas de intervalo dinámico estándar.

El informe del Grupo de Estudio SMPTE "Study Group Report High-Dynamic-Range (HDR) Imaging Ecosystem", 19 de septiembre de 2015, es el trabajo del Comité Técnico (TC) 10E SG de SMPTE sobre el Ecosistema HDR, que está compuesto por 170 expertos internacionales de primer nivel. El informe resume un extenso debate sobre la implementación de HDR en los flujos de trabajo de los medios profesionales y aborda las preguntas clave que surgirán para los miembros de la industria a medida que avancen en el aprovechamiento de la tecnología HDR. El informe también ofrece recomendaciones para mayores esfuerzos de estandarización del HDR por parte de SMPTE y otras organizaciones.

El documento US 2006/274026 A1 describe sistemas y procedimientos para seleccionar un nivel de iluminación de la fuente de luz de visualización basado en parámetros de distorsión.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Una realización de la presente invención se ilustra a modo de ejemplo, y no de manera limitativa, en las figuras de los dibujos adjuntos y en los que los mismos números de referencia se refieren a elementos similares y en los que:

- La FIG. 1 representa un proceso de ejemplo para un canal de distribución de vídeo;
- La FIG. 2 representa una primera función de mapeo de ejemplo para mapear imágenes de un primer intervalo dinámico a un segundo intervalo dinámico usando tres puntos de anclaje;
- La FIG. 3 representa una segunda función de mapeo de ejemplo para mapear imágenes de un primer intervalo dinámico a un segundo intervalo dinámico usando tres puntos de anclaje;
- La FIG. 4 representa un gráfico de ejemplo de luminancia de salida versus el nivel promedio de imagen

de entrada (APL - Average Picture Level);

La FIG. 5 representa un proceso de ejemplo para determinar un valor de T_{max} de salida adaptativo para pantallas con limitación de energía según una realización;

La FIG. 6 representa datos de ejemplo según el proceso de ejemplo representado en la FIG. 5; y

La FIG. 7 representa un proceso de ejemplo para determinar un valor de ajuste de energía para ajustar posteriormente la curva de mapeo de tonos de visualización en pantallas con limitación de energía según una realización.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES DE EJEMPLO

En esta invención se describen procedimientos para mapear imágenes de alto intervalo dinámico (HDR) de un primer intervalo dinámico a un segundo intervalo dinámico en pantallas con limitación de energía. En la siguiente descripción, para efectos explicativos, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de la presente invención. Sin embargo, resultará evidente que la presente invención se puede llevar a cabo sin estos detalles específicos. En otros casos, dispositivos y estructuras bien conocidos no se describen en detalle exhaustivo, con el fin de evitar ocluir, oscurecer u ofuscar innecesariamente la presente invención.

VISIÓN GENERAL

Realizaciones de ejemplo descritas en esta solicitud se refieren a procedimientos para mapear imágenes de un intervalo dinámico en imágenes de un segundo intervalo dinámico. En una primera realización, un aparato recibe metadatos de entrada para una imagen de entrada que se mapeará en una pantalla diana desde un primer intervalo dinámico a un segundo intervalo dinámico, una función APL de la pantalla diana, en donde la función APL determina la luminancia de salida en la pantalla diana como un función del nivel de imagen promedio (APL) introducida en la pantalla diana, un nivel de luminancia mínimo para la pantalla diana (T_{min}) y un nivel de luminancia máximo de referencia para la pantalla diana (T_{max_ref}). El aparato determina un nivel de luminancia medio de referencia para la pantalla diana basado en: el nivel de luminancia mínimo de la pantalla diana, el nivel de luminancia máximo de referencia para la pantalla diana y los metadatos de entrada (es decir, ignorando la función APL). También determina basado en los metadatos de entrada y la función APL de la pantalla diana una función de luminancia basado en los valores de luminancia máxima candidatos (T_{max_c}) de la pantalla diana ($f_T(T_{max_c})$), en donde la función de luminancia basada en T_{max_c} determina la luminancia media de salida en la pantalla diana como función de las entradas del nivel de luminancia máximo candidato en el algoritmo de mapeo de tonos. Dada una curva de mapeo de tonos con un punto de anclaje basado en un nivel de luminancia máximo adaptativa de la pantalla diana (T_{max_o}), el aparato determina T_{max_o} basado en el valor de una luminancia máxima candidata para la cual la salida de $f_T(T_{max_c})$ está más cerca del nivel de luminancia medio de referencia de la pantalla diana.

En una segunda realización, un aparato recibe metadatos de entrada para una imagen de entrada que se mapeará en una pantalla diana desde un primer intervalo dinámico a un segundo intervalo dinámico, una función APL de la pantalla diana, en donde la función APL determina la luminancia de salida en la pantalla diana como función del nivel de imagen promedio (APL) introducido en la pantalla diana, un nivel de luminancia mínimo para la pantalla diana y un nivel de luminancia máximo de referencia para la pantalla diana (T_{max_ref}). El aparato determina un nivel de luminancia medio de referencia para la pantalla diana basado en el nivel de luminancia mínimo de la pantalla diana, el nivel de luminancia máximo de referencia para la pantalla diana y los metadatos de entrada. El aparato también determina basado en los metadatos de entrada y la función APL de la pantalla diana una función de luminancia versus los valores P candidatos de la pantalla diana ($f_P(P_c)$), en donde la función $f_P(P_c)$ determina la luminancia de salida en la pantalla diana como función de los factores de energía candidatos (P_c). El aparato determina un factor de energía de salida para la función de mapeo de tonos de la pantalla diana basado en un valor de un factor de energía candidato para el cual la salida de la función $f_P(P_c)$ está más cerca del nivel de luminancia medio de referencia de la pantalla diana. El factor de energía de salida a continuación se aplica a una curva de mapeo de tonos que se diseñó sin tener en cuenta la función APL de la pantalla diana para adaptar la curva de mapeo de tonos según las características de limitación de energía de la pantalla diana.

CONVERSIÓN DE INTERVALO DINÁMICO

Codificación de vídeo de señales HDR

La FIG. 1 representa un proceso de ejemplo de un canal (100) de entrega de vídeo convencional que muestra varias etapas desde la captura de vídeo hasta la visualización de contenido de vídeo. Se captura o genera una secuencia de fotogramas (102) de vídeo utilizando el bloque (105) de generación de imágenes. Los fotogramas (102) de vídeo pueden ser capturados digitalmente (por ejemplo, por una cámara digital) o generados por un ordenador (por ejemplo, usando animación por ordenador) para proporcionar datos (107) de vídeo. Alternativamente, los fotogramas (102) de vídeo pueden ser capturados en película por una cámara de película. La película se convierte a un formato digital para proporcionar datos (107) de vídeo. En una fase (110) de

producción, los datos (107) de vídeo se editan para proporcionar un flujo (112) de producción de vídeo.

Los datos de vídeo del flujo (112) de producción se proporcionan a continuación a un procesador en el bloque (115) para edición de postproducción. La edición de postproducción en bloque (115) puede incluir ajustar o modificar los colores o el brillo en áreas particulares de una imagen para mejorar la calidad de la imagen o lograr una apariencia particular para la imagen según la intención creativa del creador de vídeo. Esto a veces se llama "sincronización de color" o "gradación de color". Se pueden realizar otras ediciones (por ejemplo, selección y secuenciación de escenas, recorte de imágenes, adición de efectos especiales visuales generados por ordenador, etc.) en el bloque (115) para producir una versión (117) final de la producción para su distribución. Durante la edición (115) de posproducción, las imágenes de vídeo se ven en una pantalla (125) de referencia.

Después de la postproducción (115), los datos de vídeo de la producción (117) final pueden entregarse al bloque (120) de codificación para su entrega aguas abajo a dispositivos de decodificación y reproducción tales como televisores, decodificadores, salas de cine y similares. En algunas realizaciones, el bloque (120) de codificación puede incluir codificadores de audio y vídeo, tales como los definidos por ATSC, DVB, DVD, Blu-Ray y otros formatos de entrega, para generar un flujo (122) de bits codificado. En un receptor, el flujo (122) de bits codificado es decodificado por la unidad (130) de decodificación para generar una señal (132) decodificada que representa una aproximación idéntica o cercana de la señal (117). El receptor puede estar conectado a una pantalla (140) diana que puede tener características completamente diferentes a la pantalla (125) de referencia. En ese caso, se puede usar un bloque (135) de gestión de pantalla para mapear el intervalo dinámico de la señal (132) decodificada a las características de la pantalla (140) diana generando una señal (137) mapeada en pantalla.

Transformación de imágenes usando un mapeo sigmoide

En la patente de EE. UU. nº 8,593,480, "Method and apparatus for image data transformation" por A. Ballestad y A. Kostin, a la que se hará referencia en esta invención como la patente '480, los inventores propusieron un mapeo de transformación de imágenes utilizando una función sigmoidea parametrizada que se puede determinar de forma única utilizando tres puntos de anclaje y un parámetro libre de tonos medios. Un ejemplo de dicha función se representa en la FIG. 2.

Como se representa en la FIG. 2, la función (220) de mapeo está definida por tres puntos (205, 210, 215) de anclaje: un punto negro (x1, y1), un punto de tonos medios (x2, y2) y un punto blanco (x3, y3). Esta transformación tiene las siguientes propiedades:

- Los valores de x1 a x3 representan el intervalo de posibles valores que describen los píxeles que conforman la imagen de entrada. Estos valores pueden ser los niveles de brillo para un color primario particular (R, G o B), o pueden ser los niveles de luminancia general del píxel (por ejemplo, el componente Y en una representación YCbCr). Típicamente, estos valores corresponden a los niveles más oscuros (punto negro) y más brillantes (punto blanco) soportados por la pantalla utilizada para crear el contenido (los límites de la "pantalla (125) de masterización"); sin embargo, en algunas realizaciones, cuando las características de la pantalla de referencia son desconocidas, estos valores pueden representar valores mínimos y máximos en la imagen de entrada (por ejemplo, en R, G o B, luminancia y similares), que pueden recibirse a través de metadatos de imagen o calcularse en el receptor.
- Los valores de y1 a y3 representan el intervalo de posibles valores que describen los píxeles que conforman la imagen de salida (de nuevo, el brillo primario del color o los niveles de luminancia general). Por lo general, estos valores corresponden a los niveles más oscuros (punto negro) y más brillantes (punto blanco) admitidos por la pantalla de salida prevista (los límites de la "pantalla (140) diana").
- Cualquier píxel de entrada con el valor x1 está restringido a mapear a un píxel de salida con el valor y1, y cualquier píxel de entrada con el valor x3 está restringido a mapear a un píxel de salida con el valor y3.
- Los valores de x2 e y2 representan un mapeo específico desde la entrada hasta la salida que se utiliza como punto de anclaje para algún elemento de "intervalo medio" (nivel promedio o de tonos medios) de la imagen. Por ejemplo, este intervalo medio puede representar un promedio o media aritmética, una media geométrica o algún otro valor de interés (por ejemplo, tonos de piel). Se permite una libertad considerable en la elección específica de x2 e y2, y la patente '480 enseña una serie de alternativas sobre cómo se pueden elegir estos parámetros.

Una vez elegidos los tres puntos de anclaje, la función (220) de transferencia puede describirse como

$$y = \frac{C_1 + C_2 x^n}{1 + C_3 x^n} \quad (1)$$

donde C_1 , C_2 y C_3 son constantes, x denota el valor de entrada para un canal de color o luminancia, y denota el valor de salida correspondiente, y n es un parámetro libre que se puede usar para ajustar el contraste de tono medio, y que, sin pérdida de generalidad, en esta solicitud se considerará establecido en uno ($n = 1$).

5 Como se describe en la patente '480, los valores de C_1 , C_2 y C_3 pueden determinarse resolviendo

$$\begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{pmatrix} = \frac{1}{x_1 y_1 (x_2 - x_3) + x_2 y_2 (x_3 - x_1) + x_3 y_3 (x_1 - x_2)} \begin{pmatrix} x_2 x_3 (y_2 - y_3) & x_1 x_3 (y_3 - y_1) & x_1 x_2 (y_1 - y_2) \\ (x_3 y_1 - x_1 y_3) & (x_1 y_2 - x_2 y_1) & (x_2 y_3 - x_3 y_2) \\ (x_3 - x_2) & (x_1 - x_3) & (x_2 - x_1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

10 Como se describe en la solicitud de patente PCT PCT/US2018/017830, "Tone curve mapping for HDR images", presentada el 12 de febrero de 2018, la FIG. 3 es una representación gráfica de otra curva 300 de mapeo de tonos de ejemplo para mapear imágenes de un primer intervalo dinámico $[x_1, x_3]$ a un segundo intervalo dinámico $[y_1, y_3]$, donde $[x_1, x_3]$ son valores de canal de entrada y $[y_1, y_3]$ son valores de canal de salida. La curva 300 de mapeo de tonos incluye un spline 312, de (x_1, y_1) a (x_2, y_2) , y un spline 323, de (x_2, y_2) a (x_3, y_3) . La curva 300 de mapeo de tonos también puede incluir al menos uno de un primer segmento lineal S1, para valores inferiores a (x_1, y_1) , y un segundo segmento lineal S2, para valores mayores que (x_3, y_3) . El valor mínimo del intervalo dinámico x_1 puede ser negativo y el valor máximo del intervalo dinámico x_3 puede exceder uno. Los segmentos S1 y S2 pueden ser no lineales, sin apartarse del alcance de la presente. Cada uno de los splines 312 y 323 puede ser un polinomio, tal como un polinomio de Hermite, o cualquier orden, tal como de tercer orden.

20 La curva 300 de mapeo de tonos intersecta tres puntos 301, 302 y 303 de anclaje, cuyas ubicaciones determinan en parte la forma de la curva 300 de mapeo de tonos. Los puntos 301, 302 y 303 de anclaje se encuentran en las coordenadas respectivas (x_1, y_1) , (x_2, y_2) y (x_3, y_3) , que corresponden respectivamente a puntos negros (por ejemplo, $x_{\min}$, $T_{\min}$), puntos de valor de tono medio (por ejemplo, x_{mid} , T_{mid}) y puntos blancos (por ejemplo, $x_{\max}$, $T_{\max}$) cuando los valores de canal x_i son valores de luminancia de entrada y $T_{\min}$, T_{mid} y $T_{\max}$ pueden indicar los valores de luminancia mínimo, medio (o promedio) y máximo en una pantalla diana (por ejemplo, 140).

30 Además, cada uno de los segmentos de spline puede estar restringido adicionalmente por dos pendientes, en cada punto final; por lo tanto, la curva 300 de mapeo de tonos está controlada por tres puntos (301, 302 y 303) de anclaje y tres pendientes: la pendiente de la cola en (x_1, y_1) , la pendiente de tonos medios en (x_2, y_2) y la pendiente de la cabeza en (x_3, y_3) .

35 Como ejemplo, considere un spline determinado entre los puntos (x_1, y_1) y (x_2, y_2) , con pendiente m_1 en (x_1, y_1) y pendiente m_2 en (x_2, y_2) , a continuación, para una entrada x , la función de transferencia para ese spline de Hermite cúbico se puede definir en la ecuación (3) a continuación, donde

$$\begin{aligned} T &= (x - x_1)/(x_2 - x_1); \\ y &= (2T^3 - 3T^2 + 1)y_1 + (T^3 - 2T^2 + T)(x_2 - x_1)m_1 + \\ &+ (-2T^3 + 3T^2)y_2 + (T^3 - T^2)(x_2 - x_1)m_2. \end{aligned} \quad (3)$$

40 Pantallas con limitación de energía

La mayoría de las pantallas en el mercado hoy en día se atenúan a medida que aumenta el nivel promedio de imagen (APL) de la señal de entrada. La mayoría de las veces, esto se debe a limitaciones de energía o problemas de vida útil. Cuando hay muchos píxeles brillantes, la cantidad total de energía necesaria para mostrar la imagen aumenta, por lo que la energía debe distribuirse entre los píxeles, generalmente reduciendo la luminancia promedio en la imagen. En un proceso (135) de gestión de pantalla convencional, normalmente se supone un nivel de luminancia máximo diana constante ($T_{\max}$). Es posible que dicho mapeo no represente con precisión la intención del director, ya que cuando una imagen es demasiado brillante, el valor de $T_{\max}$ real admitido por la pantalla puede ser menor, por lo tanto, la imagen mostrada será más oscura. En esta invención, se propone un procedimiento novedoso para determinar $T_{\max}$ teniendo en cuenta también las características de limitación de energía del televisor. El esquema propuesto produce imágenes que coinciden más fielmente con la intención del director según lo capturado por la imagen generada en la pantalla (125) de referencia donde normalmente no hay limitación de energía.

Mostrar luminancia como función del nivel promedio de imagen (APL)

Cada modelo de pantalla tiene sus propias características de limitación de energía. Para caracterizar las características de limitación de energía de una pantalla, se puede medir la luminancia de la pantalla por entrada APL. Esto se encuentra utilizando un conjunto de patrones de prueba donde toda la imagen se establece en un valor de código. Por ejemplo, una pantalla que es completamente roja, verde o azul se considera 33 % APL. Estos patrones de prueba pueden estar en un intervalo de 0-100 %. Un ejemplo de medición de la luminancia de la pantalla (en nits) como función del porcentaje de entrada de APL se proporciona en la FIG. 4.

Dicha gráfica proporciona una característica física del panel y se puede usar para definir un valor más preciso de Tmax. En la práctica, los datos del gráfico se pueden guardar en un archivo de configuración de pantalla (junto con otras propiedades típicas del panel). Dependiendo de la aplicación, para una mejor eficiencia computacional, el eje Y (por ejemplo, luminancia) se puede representar en valores de luminancia gamma o luminancia PQ en lugar de luminancia lineal.

Generación de valores de Tmax adaptativos

La FIG. 5 representa un proceso de ejemplo para generar valores de Tmax de salida adaptativos según una realización. En la etapa 505, el proceso comienza accediendo a los metadatos de entrada Smin, Smid y Smax, y las características de la pantalla diana. Las características de la pantalla diana pueden incluir la luminancia de la pantalla como función del APL de entrada (por ejemplo, una función de APL como se representa en la FIG. 4) y los valores de Tmin y Tmax de referencia (denotados como Tmin_ref y Tmax_ref) asumiendo que no hay limitaciones de energía. El objetivo de este proceso es identificar el mejor valor para establecer Tmax para derivar una función (por ejemplo, 220 o 300) de mapeo de gestión de visualización para mantener la intención del director al mapear los datos (por ejemplo, 132) de entrada a la pantalla (140) diana.

En la etapa 510, el proceso selecciona un conjunto de valores de Tmax candidatos (que se indicarán como Tmax_c(i)). Por ejemplo, sin limitación, para Tmax_ref = 650 nits, el conjunto de valores de Tmax_c(i) puede ser {300, 500, 650, 1200, 1900}. Obsérvese que 1.200 y 1.900 son en realidad más altos que Tmax_ref = 650. Esto está bien, porque tales valores pueden producir una curva de mapeo más precisa, que es en realidad el objetivo final. A continuación, para cada uno de estos valores de Tmax_c(i) candidatos, dados Smin, Smid, Smax y Tmin, la etapa 510 calcula los valores de Tmid candidatos (indicados como Tmid_c(i)). Es decir, el proceso selecciona valores y2 de los puntos de anclaje medio como se representa en la FIG. 2 y la FIG. 3. Ejemplos de generación de un valor de Tmid dadas las características de la entrada y una pantalla diana se pueden encontrar en la solicitud PCT N° de serie PCT/US2018/012780, presentada el 8 de enero de 2018, "Display Mapping for High Dynamic Range Images". Como ejemplo, y sin limitación, utilizando código similar a Matlab, los valores de Tmid_c(i) se pueden calcular de la siguiente manera:

```
cutoff(i) = DM_CalcCutoff(Smin, Smid, Smax, TminPQ, TmaxPQ_c(i));
Tmid_c(i) = Smid - (Smid - min(Smid, TmaxPQ_c(i) - min((Smax - Smid),
TmaxPQ_c(i) - cutoff(i)))) + (max(Smid, TminPQ + min((Smid - Smin),
cutoff(i) - TminPQ)) - Smid);
```

(4)

TmaxPQ, TminPQ y TmaxPQ_c(i) indican valores de luminancia codificados en PQ correspondientes a los valores de luminancia lineal Tmax, Tmin y Tmax_c(i), que se han convertido a luminancia PQ utilizando SMPTE ST 2084. Las funciones min() y max() producen, respectivamente, los valores mínimos y máximos de sus argumentos. Por ejemplo, min(a, b) = a si b > a, y max(a, b) = b si a < b.

En una realización, la función DM_CalcCutoff() se define como:

```
cutoff = DM_CalcCutoff(SMin, SMid, SMax, TminPQ, TmaxPQ)

% Set the offset curve parameters
preservationHead = 0.1;
preservationTail = 0.02;
rollStart = 0.1;
```

```

% Calculate the offset curve parameters
converge = TminPQ + rollStart;
minPt = min(TminPQ, SMin);
maxPt = max(TmaxPQ, SMax);
tgtMax = max(converge, TmaxPQ-preservationHead);
tgtMin = min(converge, TminPQ + preservationTail);
STC = maxPt - converge;
TTC = tgtMax - converge;
SBC = converge - minPt;
TEC = converge - tgtMin;
maxMinSlope = max(0, 3*(converge-tgtMin)./(converge-minPt));
maxMaxSlope = max(0, 3*(tgtMax-converge)./(maxPt-converge));
slopeMid = min([maxMinSlope, maxMaxSlope, (TmaxPQ-TminPQ)./0.5, 1]);
slopeMin = min([maxMinSlope, 1, (TBC/SBC)^2]);
slopeMax = min([maxMaxSlope, 1, (TTC/STC)^2]);

%Top Rolloff
slope = [slopeMid, slopeMax];
points = [converge, converge; maxPt, tgtMax];
T = (SMid-points(1,1)) / (points(2,1)-points(1,1));
cutoff = (SMid>converge) .* ((2*T.^3 - 3*T.^2 + 1)*points(1,2) +
(T.^3 - 2*T.^2 + T)*(points(2,1)-points(1,1))*slope(1) + (-2*T.^3 +
3*T.^2)*points(2,2) + (T.^3 - T.^2)*(points(2,1)-
points(1,1))*slope(2));

%Bottom Rolloff
slope = [slopeMin, slopeMid];
points = [minPt, tgtMin; converge, converge];
T = (SMid-points(1,1)) / (points(2,1)-points(1,1));
cutoff = cutoff + (SMid<=converge) .* ((2*T.^3 - 3*T.^2 +
1)*points(1,2) + (T.^3 - 2*T.^2 + T)*(points(2,1)-
points(1,1))*slope(1) + (-2*T.^3 + 3*T.^2)*points(2,2) + (T.^3 -
T.^2)*(points(2,1)-points(1,1))*slope(2));

end

```


En la etapa 515, los valores de $T_{mid_c(i)}$ candidatos se convierten en valores de APL candidatos (indicados como $APL_c(i)$). En un ejemplo, sin limitación, esta conversión se puede realizar usando una luminancia lineal a conversión BT. 1886, por ejemplo:

$$APL_c(i) = L2BT1886(PQ2L(T_{mid_c(i)}), PQ2L(T_{maxPQ_c(i)}), PQ2L(T_{minPQ}), 2.2, 1);, \quad (5)$$

donde la función $PQ2L(x)$ convierte x de PQ-luminancia a luminancia lineal, y la función $L2BT1886()$, que convierte la luminancia lineal a gamma, se puede expresar como:

```
function V = L2BT1886(L,a,b,g,computeab)
% Converts luminance to BT1886

if exist('computeab') && computeab
    % Consider that a and b are actually tmax and tmin
    assert(g>1,'Invalid Gamma');

    Tmax = a; Tmin = b;
    a = (Tmax.^(1/g)-Tmin.^(1/g)).^g;
    b = Tmin.^(1/g) / (Tmax.^(1/g) - Tmin.^(1/g));
end

% SMPTE definition
V = power(max(0,L / a), 1/g) - b;

end
```

Nota: Usando la ecuación (5) se supone que para calcular la respuesta APL de la pantalla diana, los parches de entrada fueron convertidos por la pantalla a BT. 1886 (gamma). En realizaciones donde ese no es el caso, esta etapa se puede reemplazar por la función EOTF adecuada que se utiliza para calcular la respuesta APL de la pantalla diana.

Dados estos valores de $APL_c(i)$ y la función de APL para la pantalla diana (por ejemplo, $L = f_A(APL)$), se puede calcular un gráfico de valores de luminancia para cada uno de los valores de T_{max} candidatos. En resumen, tenemos un mapeo de

$$T_{max_c(i)} \rightarrow T_{mid_c(i)} \rightarrow APL_c(i) \rightarrow L(i) = f_A(APL_c(i)), \quad (6)$$

que se utiliza para generar una función de luminancia frente a valores de T_{max} candidatos (o tabla de consulta y similares) de $L(i) = f_T(T_{max_c(i)})$. Un ejemplo de dicho mapeo se representa como gráfica 610 en la FIG. 6.

La etapa 520 repite las etapas 510 y 515, pero ahora solo para el valor T_{max_ref} y sin limitaciones de energía. Es decir, en lugar de usar $f_A()$, los valores de luminancia (por ejemplo, luminancia codificada en PQ) se convierten directamente en luminancia lineal usando la EOTF de la pantalla (por ejemplo, usando la función $PQ2L()$ para imágenes codificadas en PQ). Por ejemplo, como en la ecuación (4), el valor de luminancia media de referencia T_{mid_ref} se puede calcular como:

$$\begin{aligned} \text{cutoff} &= \text{DM_CalcCutoff}(\text{Smin}, \text{Smid}, \text{Smax}, \text{TminPQ}, \text{TmaxPQ}); \\ \text{Tmid_ref} &= \text{Smid} - (\text{Smid} - \min(\text{Smid}, \text{TmaxPQ} - \min(\{\text{Smax} - \text{Smid}\}, \text{TmaxPQ} - \\ &\text{cutoff})) + (\max(\text{Smid}, \text{TminPQ} + \min(\{\text{Smid} - \text{Smin}\}, \text{cutoff} - \text{TminPQ})) - \text{Smid}); \end{aligned} \quad (7)$$

En una realización, la etapa 520 puede ser parte de los cálculos en las etapas 510 y 515.

- 5 Por lo tanto, como en la ecuación (6), se tiene una asociación directa de L_{ref} como función de $T_{\text{max_ref}}$.

$$T_{\text{max_ref}} \rightarrow T_{\text{mid_ref}} \rightarrow L_{\text{ref}} = \text{PQ2L}(T_{\text{mid_ref}}). \quad (8)$$

Un ejemplo de dicho mapeo se muestra en la FIG. 6 como línea 620.

Dados L_{ref} y $L = f_r(T_{\text{max_c}})$, en una realización, el valor de T_{max} de salida (por ejemplo, $T_{\text{max_o}}$) que se utilizará en la generación de la curva de mapeo de tonos es aquel en el que $L_{\text{ref}} \approx f_r(T_{\text{max_c}})$. Como se señaló en la etapa 525, esto corresponde al valor $T_{\text{max_c}}$ para el cual $f_r(T_{\text{max_c}})$ se cruza con el valor de nivel de luminancia medio de referencia $L = L_{\text{ref}}$. Por ejemplo, en la FIG. 6 (generada para un televisor de 650 nits), el punto (625) de intersección corresponde a un valor de T_{max} de salida de $T_{\text{max_o}} = 600$ nits. Desde un punto de vista de implementación, dado que $f_r(T_{\text{max_c}})$ se determina típicamente utilizando un conjunto limitado de puntos $T_{\text{max_c}}(i)$, los valores faltantes de $f_r()$ se pueden derivar utilizando técnicas de interpolación conocidas.

Optimización posprocesamiento

En una realización, en lugar de resolver los valores de salida óptimos T_{mid} y T_{max} basado en las características de APL de una pantalla diana, se puede calcular la curva de mapeo de tonos como si no hubiera limitación de energía (por ejemplo, utilizando los valores de referencia $T_{\text{mid_ref}}$ y $T_{\text{max_ref}}$), pero a continuación aplicar una etapa de posprocesamiento para ajustar la curva basado en las características de APL. Por ejemplo, en una realización, dado un factor P de ajuste de energía, T_{mid} puede ajustarse de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} X &= (T_{\text{mid_ref}} - T_{\text{minPQ}}) / (T_{\text{maxPQ}} - T_{\text{minPQ}}), \\ Y &= X^P, \\ T_{\text{mid}} &= Y * (T_{\text{maxPQ}} - T_{\text{minPQ}}) + T_{\text{minPQ}}, \end{aligned} \quad (9)$$

donde, como antes, T_{minPQ} y T_{maxPQ} denotan los valores de luminancia mínima y máxima de referencia de la pantalla diana expresados en el dominio PQ.

La FIG. 7 representa un proceso de ejemplo para calcular el valor de ajuste de energía óptimo P según una realización. La etapa 705 es idéntica a la etapa 505. Dadas las características de los datos de entrada y la pantalla diana, la etapa 710 también es idéntica a la etapa 520 discutida anteriormente para generar un valor de luminancia media de referencia $L_{\text{ref}} = f_r(T_{\text{max_ref}})$ cuando no hay limitación de energía.

La etapa 720 reemplaza la etapa 510 discutida anteriormente. En lugar de utilizar los valores de $T_{\text{max_c}}(i)$ candidatos, en la etapa 720, uno: a) define un conjunto de valores de factor de energía candidatos $P_{\text{c}}(i)$ y b) para cada valor de $P_{\text{c}}(i)$ se aplica la ecuación (9) para calcular los valores de $T_{\text{mid_c}}(i)$ candidatos. Por ejemplo, y sin limitación, los valores de $P_{\text{c}}(i)$ pueden variar de 0,75 a 1,25 en incrementos de 0,1.

Dados los valores de $T_{\text{mid_c}}(i)$ candidatos calculados en la etapa 720, como en la etapa 515, la etapa 725 convierte los valores de $T_{\text{mid_c}}(i)$ en valores de APL candidatos $\text{APL}_{\text{c}}(i)$ para generar una función de luminancia frente a valores de P candidatos (por ejemplo, $L = f_p(P_{\text{c}})$). Por lo tanto, el proceso de mapeo en la ecuación (6) ahora es reemplazado por el proceso de mapeo de:

$$P_{\text{c}}(i) \rightarrow T_{\text{mid_c}}(i) \rightarrow \text{APL}_{\text{c}}(i) \rightarrow L(i) = f_A(\text{APL}_{\text{c}}(i)), \quad (10)$$

Finalmente, en la etapa 730, dado $L = L_{ref}$ y $L = fp(P_c)$, en una realización, el valor P de salida que se utilizará (por ejemplo, P_o) es el valor P_c para el que $L_{ref} \approx fp(P_c)$. Esto corresponde al valor P_c para el cual $fp(P_c)$ intersecta el valor $L = L_{ref}$.

- 5 Dada una curva de mapeo de tonos $Y = f_{Tmax_ref}(x)$ diseñada basado en $Tmin_ref$, $Tmax_ref$, $Smin$, $Smid$, $Smax$ y P_o , la curva puede ajustarse para tener en cuenta la función APL de limitación de energía de la pantalla diana como:

$$Y = (f_{Tmax_ref}(x))^{P_o} \quad (11)$$

Si es necesario, antes de aplicar la función de energía, como en la ecuación (9), la curva de mapeo de tonos debe normalizarse primero para que su entrada x esté entre $[0,1]$,

IMPLEMENTACIÓN DE EJEMPLO DEL SISTEMA INFORMÁTICO

15 Las realizaciones de la presente invención pueden implementarse con un sistema informático, sistemas configurados en circuitos y componentes electrónicos, un dispositivo de circuito integrado (IC - Integrated Circuit) tal como un microcontrolador, una matriz de puertas programables de campo (FPGA) u otro dispositivo lógico configurable o programable (PLD), un procesador de señal digital o de tiempo discreto (DSP), un IC específico de aplicación (ASIC) y/o un aparato que incluye uno o más de dichos sistemas, dispositivos o componentes. El ordenador y/o IC puede realizar, controlar o ejecutar instrucciones relacionadas con los procedimientos de mapeo, tales como se describe en la presente memoria. El ordenador y/o IC puede calcular, cualquiera de una variedad de parámetros o valores que se relacionan con la reducción de artefactos de bandas como se describe en la presente memoria. Las realizaciones de extensión de intervalo dinámico de imagen y video pueden implementarse en hardware, software, firmware y varias combinaciones de los mismos.

25 Determinadas implementaciones de la invención comprenden procesadores informáticos que ejecutan instrucciones de software que hacen que los procesadores realicen un procedimiento de la invención. Por ejemplo, uno o más procesadores en una pantalla, un codificador, un decodificador, un transcodificador o similares pueden implementar procedimientos de mapeo como se describió anteriormente ejecutando instrucciones de software en una memoria de programa accesible para los procesadores. La invención también puede proporcionarse en forma de un producto de programa. El producto de programa puede comprender cualquier medio no transitorio y tangible que transporta un conjunto de señales legibles por ordenador comprendiendo instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador de datos, hacen que el procesador de datos ejecute un procedimiento de la invención. Productos del programa según la invención pueden estar en cualquiera de una amplia variedad de formas no transitorias y tangibles. El producto de programa puede comprender, por ejemplo, medios físicos tales como medios de almacenamiento de datos magnéticos que incluyen disquetes, unidades de disco duro, medios de almacenamiento de datos ópticos que incluyen CD ROM, DVD, medios de almacenamiento de datos electrónicos que incluyen ROM, RAM flash o similares. Las señales legibles por ordenador en el producto de programa pueden comprimirse o cifrarse opcionalmente.

30 Cuando un componente (por ejemplo, un módulo de software, procesador, conjunto, dispositivo, circuito, etc.) se menciona anteriormente, a menos que se indique lo contrario, la referencia a ese componente (incluida una referencia a un "medio") debe interpretarse como que incluye como equivalentes de ese componente cualquier componente que realiza la función del componente descrito (por ejemplo, que es funcionalmente equivalente), incluidos los componentes que no son estructuralmente equivalentes a la estructura descrita que realiza la función en las realizaciones de ejemplo ilustradas de la invención.

50 EQUIVALENTES, EXTENSIONES, ALTERNATIVAS Y MISCELÁNEAS

Por lo tanto, se describen realizaciones de ejemplo que se refieren a imágenes de mapeo de un primer intervalo dinámico a un segundo intervalo dinámico en pantallas con limitación de energía. En la memoria descriptiva anterior, se han descrito realizaciones de la presente invención con referencia a numerosos detalles específicos que pueden variar de una implementación a otra. Por lo tanto, el único y exclusivo indicador de lo que es la invención, y que los solicitantes pretenden que sea la invención, es el conjunto de reivindicaciones que se desprenden de esta solicitud, en la forma específica en que se emiten dichas reivindicaciones, incluida cualquier corrección posterior. Cualquier definición expresamente establecida en esta solicitud para los términos contenidos en dichas reivindicaciones regirá el significado de dichos términos como se usan en las reivindicaciones. Por lo tanto, ninguna limitación, elemento, propiedad, característica, ventaja o atributo que no se mencione expresamente en una reivindicación debe limitar el alcance de dicha reivindicación de ninguna manera. Por consiguiente, la memoria descriptiva y los dibujos deben considerarse más bien en un sentido ilustrativo más que en un sentido restrictivo.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para generar una imagen de mapeo de visualización usando curvas de mapeo de tono con un primer punto de anclaje y un segundo punto de anclaje, comprendiendo el procedimiento:

recibir (505) metadatos de entrada para una imagen de entrada que se va a mapear en una pantalla diana desde un primer intervalo dinámico a un segundo intervalo dinámico usando la curva de mapeo de tonos, en donde los metadatos de entrada comprenden un valor de píxel de luminancia mínimo de la imagen de entrada S_{min} , un valor de píxel de luminancia medio o promedio de la imagen de entrada S_{mid} , y un valor de píxel de luminancia máximo de la imagen de entrada S_{max} ,
 recibir (505) una función de nivel de imagen promedio (APL) de la pantalla diana, en donde la función APL determina la luminancia de salida en la pantalla diana como función de la entrada de APL en la pantalla diana;
 recibir (505) un nivel de luminancia mínimo para la pantalla diana T_{min} y un nivel de luminancia máximo de referencia para la pantalla diana T_{max_ref} ,
 determinar una primera curva de mapeo de tonos con S_{min} , T_{min} como el primer punto de anclaje y S_{max} , T_{max_ref} como el segundo punto de anclaje;
 determinar (520) un nivel de luminancia medio de referencia para la pantalla diana T_{mid_ref} mediante el mapeo de S_{mid} desde el primer intervalo dinámico al segundo intervalo dinámico utilizando la primera curva de mapeo de tonos con S_{min} , T_{min} como el primer punto de anclaje y S_{max} , T_{max_ref} como el segundo punto de anclaje;
 determinar una segunda curva de mapeo de tonos con S_{min} , T_{min} como el primer punto de anclaje y S_{max} , T_{max_c} como el segundo punto de anclaje, en donde T_{max_c} es un valor de luminancia máximo candidato;
 determinar un nivel de luminancia medio de la pantalla diana T_{mid} mediante el mapeo de S_{mid} desde el primer intervalo dinámico al segundo intervalo dinámico utilizando la segunda curva de mapeo de tonos con S_{min} , T_{min} como el primer punto de anclaje y S_{max} , T_{max_c} como el segundo punto de anclaje;
 determinar (515) una función de luminancia versus nivel de luminancia máximo candidato T_{max_c} de la pantalla diana como la salida de la función APL para una entrada APL correspondiente al nivel de luminancia medio de la pantalla diana T_{mid} ,
 determinar (525) un nivel de luminancia máximo de salida de la pantalla diana T_{max} basado en un valor T_{max_c} para el cual la salida de la función de luminancia versus T_{max_c} está más cerca del nivel de luminancia medio de referencia de la pantalla diana T_{mid_ref} ,
 determinar una tercera curva de mapeo de tonos con S_{min} , T_{min} como el primer punto de anclaje y S_{max} , T_{max} como el segundo punto de anclaje;
 mapear la imagen de entrada desde el primer intervalo dinámico al segundo intervalo dinámico utilizando la tercera curva de mapeo de tonos con S_{min} , T_{min} como el primer punto de anclaje y S_{max} , T_{max} como segundo punto de anclaje;
 en donde determinar la luminancia versus la función T_{max_c} para la pantalla diana comprende: determinar un conjunto de dos o más valores candidatos de luminancia máxima; para cada valor candidato de luminancia máxima $T_{max_c(i)}$ en el conjunto de valores candidatos de luminancia máxima:
 generar un valor de luminancia media candidato para la pantalla diana basado en el valor de píxel de luminancia media o promedio de la imagen de entrada, el nivel de luminancia mínimo para la pantalla diana y el valor de luminancia máxima candidato; y
 generar una luminancia para el valor de $T_{max_c(i)}$ basado en el valor de luminancia media candidato y la función APL de la pantalla diana.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde determinar el nivel de luminancia medio de referencia para la pantalla diana comprende:

generar un valor de luminancia PQ de referencia media para la pantalla diana basado en el valor de píxel de luminancia media o promedio de la imagen de entrada, el nivel de luminancia mínimo para la pantalla diana y el nivel de luminancia máximo de referencia para la pantalla diana; y
 convertir la luminancia PQ de referencia media a un nivel de luminancia medio lineal mediante el uso de una función de mapeo de luminancia PQ a lineal.

3. Un procedimiento para generar una imagen de mapeo de visualización usando curvas de mapeo de tono con un primer punto de anclaje y un segundo punto de anclaje, comprendiendo el procedimiento:

recibir (705) metadatos de entrada para una imagen de entrada que se va a mapear en una pantalla diana desde un primer intervalo dinámico a un segundo intervalo dinámico usando la curva de mapeo de tonos, en donde los metadatos de entrada comprenden un valor de píxel de luminancia mínimo de la imagen de entrada S_{min} , un valor de píxel de luminancia medio o promedio de la imagen de entrada S_{mid} , y un valor de píxel de luminancia máximo de la imagen de entrada S_{max} ,
 recibir (705) una función de nivel de imagen promedio (APL) de la pantalla diana, en donde la función APL determina la luminancia de salida en la pantalla diana basado en la entrada de APL en la pantalla diana;

- recibir (705) un nivel de luminancia mínimo para la pantalla diana T_{min} y un nivel de luminancia máximo de referencia para la pantalla diana T_{max_ref} ,
determinar una primera curva de mapeo de tonos con S_{min} , T_{min} como el primer punto de anclaje y S_{max} , T_{max_ref} como el segundo punto de anclaje;
- 5 determinar (710) un nivel de luminancia medio de referencia para la pantalla diana T_{mid_ref} mediante el mapeo de S_{mid} desde el primer intervalo dinámico al segundo intervalo dinámico utilizando la primera curva de mapeo de tonos con S_{min} , T_{min} como el primer punto de anclaje y S_{max} , T_{max_ref} como el segundo punto de anclaje;
- 10 determinar un nivel de luminancia medio de la pantalla diana T_{mid} mediante el mapeo de S_{mid} desde el primer intervalo dinámico al segundo intervalo dinámico utilizando la primera curva de mapeo de tonos con S_{min} , T_{min} como el primer punto de anclaje y S_{max} , T_{max_ref} como el segundo punto de anclaje;
ajustar T_{mid} usando un factor de energía candidato P_c ;
- 15 determinar una función de luminancia versus el factor de energía candidato P_c de la pantalla diana como la salida de la función APL para una entrada APL correspondiente al nivel de luminancia medio de la pantalla diana T_{mid} ,
determinar un factor de energía de salida para la pantalla diana P basado en un valor P_c para el cual la salida de la función de luminancia versus P_c está más cerca del nivel de luminancia medio de referencia de la pantalla diana T_{mid_ref} ,
- 20 determinar una segunda curva de mapeo de tonos ajustando la primera curva de mapeo de tonos con S_{min} , T_{min} como el primer punto de anclaje y S_{max} , T_{max_ref} como el segundo punto de anclaje usando el factor de energía de salida P ;
- mapear la imagen de entrada del primer intervalo dinámico al segundo intervalo dinámico usando la segunda curva de mapeo de tonos;
- 25 en donde determinar la luminancia versus la función P_c para la pantalla diana comprende: determinar un conjunto de dos o más valores de factor de energía candidatos; para cada valor de factor de energía candidato $P_c(i)$ en el conjunto de valores de factor de energía candidatos:
- 30 generar un valor de luminancia media candidato para la pantalla diana basado en el valor de píxel de luminancia media o promedio de la imagen de entrada, el nivel de luminancia mínimo para la pantalla diana, el nivel de luminancia máximo y el valor del factor de energía candidato; y
generar una luminancia para el valor $P_c(i)$ basado en el valor de luminancia media candidato y la función APL de la pantalla diana;
- 35 en donde ajustar la primera curva de mapeo de tonos comprende elevar la salida de la primera curva de mapeo de tonos a la energía del factor de energía de salida.
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en donde determinar el nivel de luminancia medio de referencia para la pantalla diana comprende:
- 40 generar un valor de luminancia PQ de referencia media para la pantalla diana basado en el valor de píxel de luminancia media o promedio de la imagen de entrada, el nivel de luminancia mínimo para la pantalla diana y el nivel de luminancia máximo de referencia para la pantalla diana; y
convertir la luminancia PQ de referencia media a un nivel de luminancia medio lineal mediante el uso de una función de mapeo de luminancia PQ a lineal.
- 45
5. Un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que tiene almacenadas en el mismo instrucciones ejecutables por ordenador para ejecutar con uno o más procesadores un procedimiento según las reivindicaciones 1-4
- 50
6. Un aparato comprendiendo un procesador y configurado para realizar cualquiera de los procedimientos mencionados en las reivindicaciones 1-4.

DIBUJOS

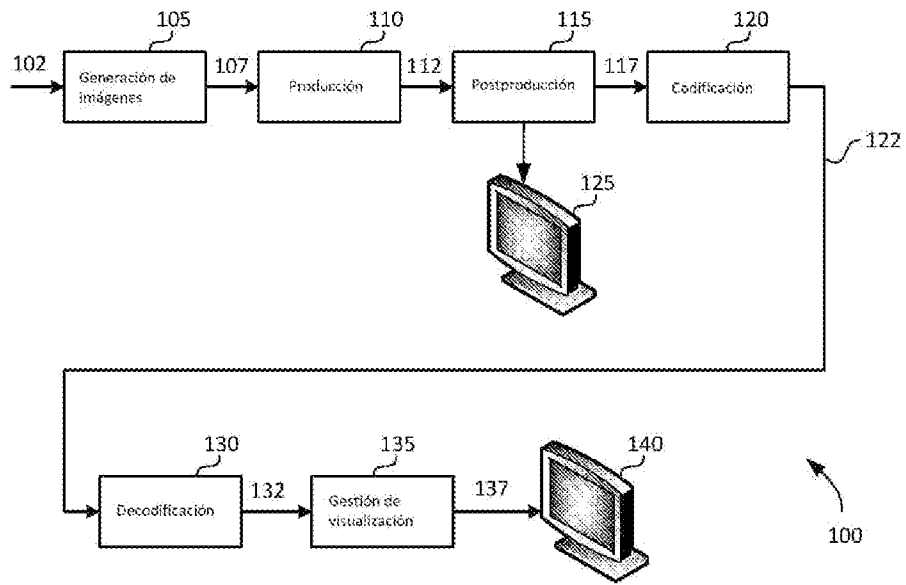


FIG. 1

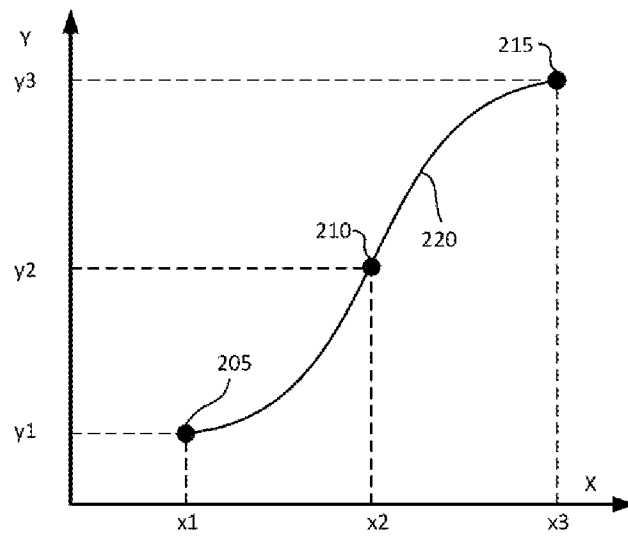


FIG. 2

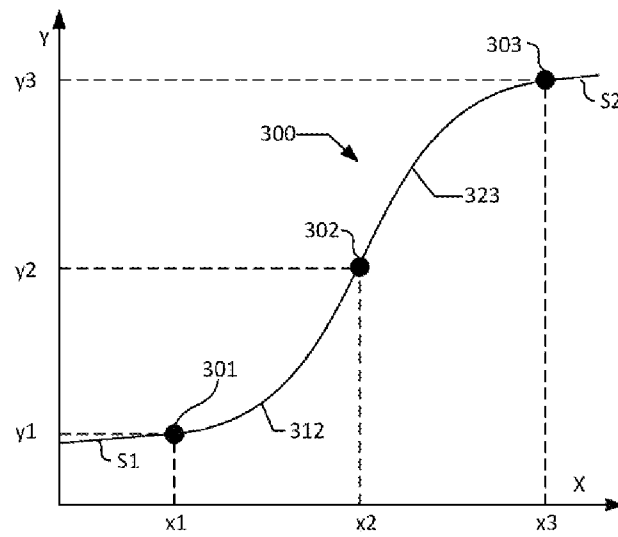


FIG. 3

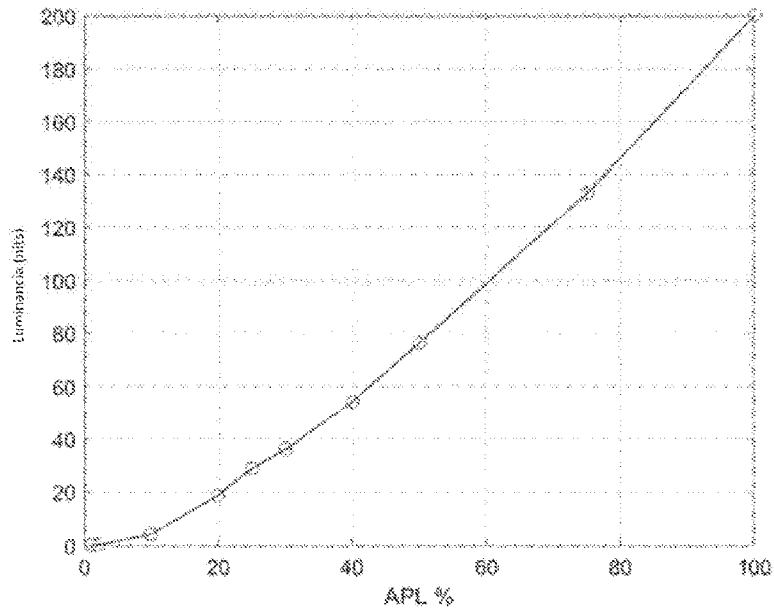


FIG. 4

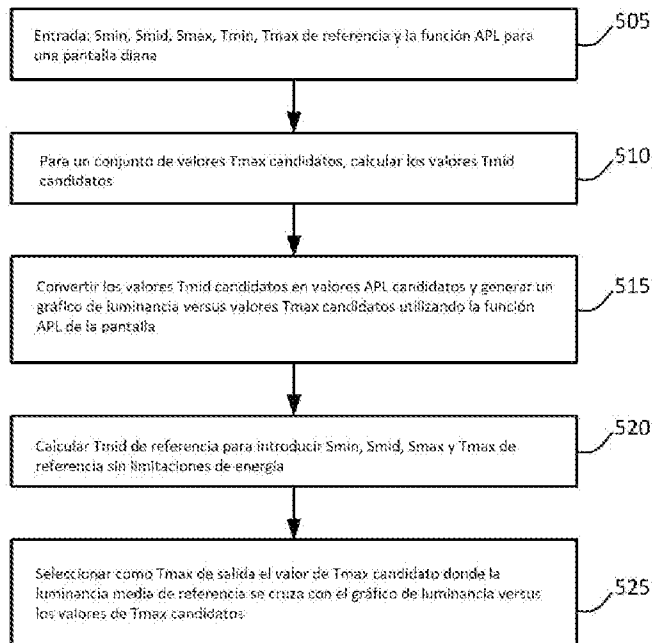


FIG. 5

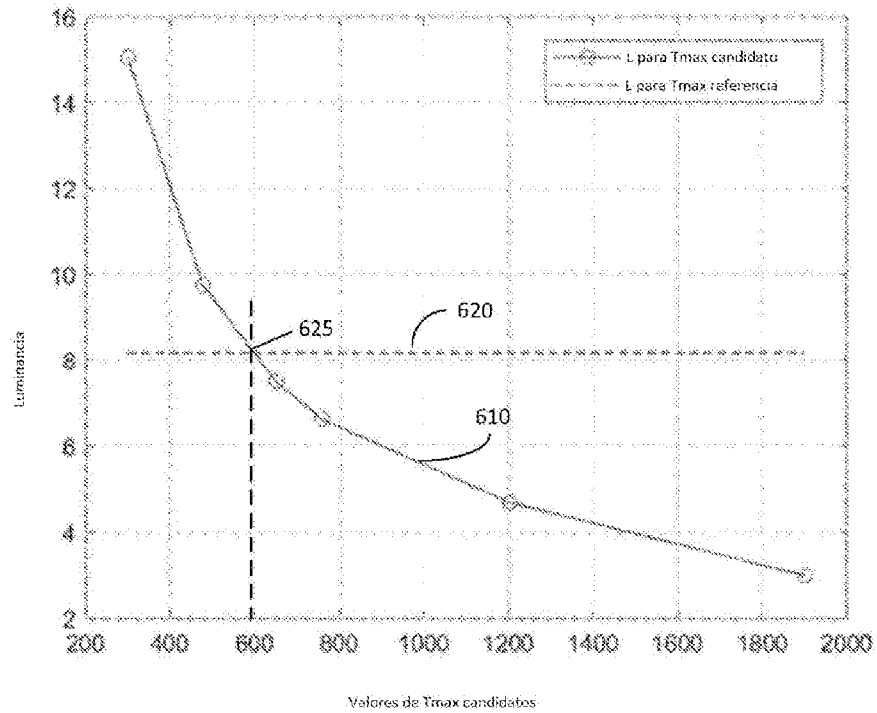


FIG. 6

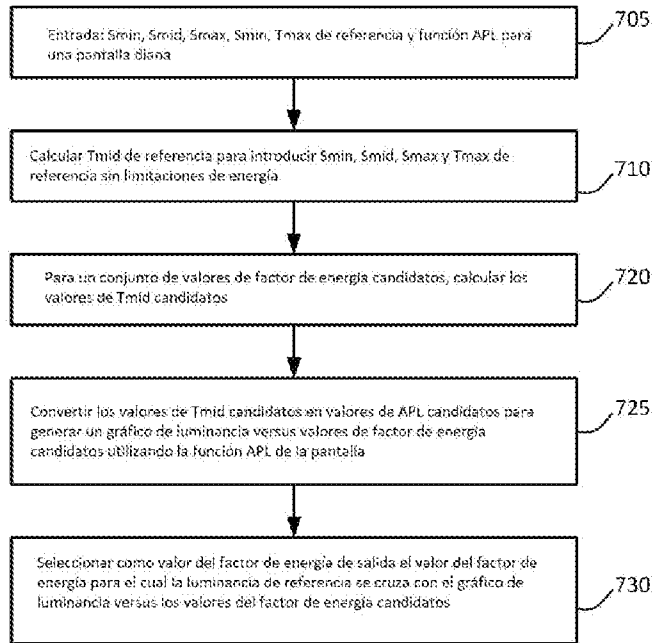


FIG. 7