

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 956**

51 Int. Cl.:

**G09G 5/00** (2006.01)

**G09G 5/02** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.04.2012 PCT/IB2012/052102**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.11.2012 WO12153224**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2012 E 12722877 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2024 EP 2707868**

54 Título: **Generación y procesamiento de señales de imágenes de alto rango dinámico**

30 Prioridad:

**10.05.2011 EP 11165491**

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

**02.07.2024**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)**

**High Tech Campus 52**

**5656 AG Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**NEWTON, PHILIP, STEVEN y**

**DE HAAN, WIEBE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 974 956 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

Generación y procesamiento de señales de imágenes de alto rango dinámico

5 Campo de la invención

La invención se refiere a la generación y/o procesamiento de una señal de imagen que comprende valores de píxeles de alto rango dinámico.

10 Antecedentes de la invención

La codificación digital de diversas señales fuente se ha vuelto cada vez más importante en las últimas décadas a medida que la representación y comunicación de señales digitales han reemplazado cada vez más a la representación y comunicación analógicas. Se investiga y desarrolla continuamente cómo mejorar la calidad que puede obtenerse de las imágenes y secuencias de vídeo codificadas, manteniendo al mismo tiempo la velocidad de transmisión de datos en niveles aceptables.

Un factor importante para la calidad de la imagen percibida es el rango dinámico que se puede reproducir cuando se muestra una imagen. Sin embargo, convencionalmente, el rango dinámico de las imágenes reproducidas ha tendido a reducirse sustancialmente en relación con la visión normal. De hecho, los niveles de luminancia encontrados en el mundo real abarcan un rango dinámico de hasta 14 órdenes de magnitud, que varía desde una noche sin luna hasta mirar directamente al sol. El rango dinámico instantáneo de luminancia y la correspondiente respuesta del sistema visual humano pueden oscilar entre 10.000:1 y 100.000:1 en días soleados o de noche.

Tradicionalmente, el rango dinámico de los sensores y pantallas de imagen se ha limitado a rangos dinámicos de magnitud más bajos. Además, las pantallas suelen limitarse por el entorno de visualización (pueden aparecer negras si el mecanismo de generación de luminancia se desactiva, pero siguen reflejando, por ejemplo, la luz ambiental en su cristal frontal; un televisor en un día soleado puede tener un RD < 50:1). En consecuencia, tradicionalmente ha sido posible almacenar y transmitir imágenes en formatos codificados gamma de 8 bits sin introducir artefactos perceptualmente perceptibles en los dispositivos de renderizado tradicionales. Sin embargo, en un esfuerzo por grabar imágenes más precisas y vivas, se han desarrollado nuevos sensores de imagen de alto rango dinámico (HDR) que son capaces de grabar rangos dinámicos de más de 6 órdenes de magnitud. Además, la mayoría de los efectos especiales, la mejora de los gráficos por ordenador y otros trabajos de postproducción ya se realizan habitualmente con mayores profundidades de bits y rangos dinámicos.

Además, el contraste y la luminancia máxima de los sistemas de pantalla del estado de la técnica continúa aumentando. Recientemente, se han presentado nuevas pantallas con una luminancia pico de hasta 4.000 Cd/m<sup>2</sup> y relaciones de contraste de hasta quizás 5-6 órdenes de magnitud, aunque esto suele reducirse a bastante menos en entornos de visualización de la vida real. Se espera que las pantallas futuras puedan proporcionar rangos dinámicos aún más altos y específicamente luminancias máximas y relaciones de contraste más altas. Cuando se muestran señales de 8 bits codificadas tradicionalmente en dichas pantallas, pueden aparecer molestos artefactos de cuantización y recorte, o los valores de gris de las diferentes regiones pueden representarse incorrectamente, etc. Los artefactos pueden ser especialmente perceptibles si se utiliza una compresión como la compresión DCT de acuerdo con una norma de compresión de imágenes fijas o de vídeo MPEG o similar en algún punto de la cadena de creación de imágenes, desde la creación del contenido hasta el renderizado final. Además, los formatos de vídeo tradicionales ofrecen insuficiente margen y precisión para transmitir la rica información contenida en las nuevas imágenes HDR.

Como resultado, existe una necesidad creciente de nuevos enfoques que permitan al consumidor beneficiarse plenamente de las capacidades de los sensores y sistemas de visualización de última generación (y futuros). Preferentemente, las representaciones de dicha información adicional son compatibles con versiones anteriores, de modo que los equipos heredados aún puedan recibir transmisiones de vídeo ordinarias, mientras que los nuevos dispositivos habilitados para HDR pueden aprovechar al máximo la información adicional transmitida por el nuevo formato. Por lo tanto, es deseable que los datos de vídeo codificados no sólo representen imágenes HDR, sino que también permitan la codificación de las correspondientes imágenes tradicionales de bajo rango dinámico (LDR) que pueden visualizarse en equipos convencionales.

Una cuestión crítica para la introducción de vídeo e imágenes de mayor rango dinámico es cómo codificar, almacenar y distribuir eficazmente la información asociada. En particular, es deseable que se mantenga la compatibilidad con versiones anteriores y que se facilite la introducción de imágenes de alto rango dinámico en los sistemas existentes. También es importante la eficiencia en términos de velocidad de datos y complejidad de procesamiento. Otra cuestión crítica es, por supuesto, la calidad de la imagen resultante.

Por lo tanto, sería ventajoso un enfoque mejorado para distribuir, comunicar y/o representar imágenes de alto rango dinámico.

## Sumario de la invención

En consecuencia, la Invención busca preferentemente mitigar, aliviar o eliminar una o más de las desventajas con la técnica anterior individualmente o en cualquier combinación.

5 De acuerdo con un aspecto de la invención se proporciona un aparato para generar una señal de imagen en la que los píxeles se codifican en palabras de N bits, codificando al menos una luma por píxel, comprendiendo el aparato:

un receptor (201) para obtener valores de píxeles de alto rango dinámico de acuerdo con una primera representación de color en palabras de M bits;

10 un primer generador (203) para incluir los valores de píxel de alto rango dinámico en la señal de imagen en las palabras de N bits de acuerdo con una segunda representación del color; y

15 un segundo generador (205) para incluir en la señal de imagen un indicador de una codificación HDR mediante la cual se codifican los valores de píxel de alto rango dinámico, cuyo indicador es una luminancia a la que se pretende representar un código de luma máximo.

20 Obsérvese que las palabras de valor de píxel pueden codificarse sobre secciones de datos separadas como, por ejemplo, componentes, o bien, algunas secciones pueden comprender datos que no son parte de Alto Rango Dinámico (HDR).

25 La invención puede proporcionar una señal de imagen mejorada para distribuir datos de imágenes de alto rango dinámico (HDR). En particular, el enfoque puede proporcionar compatibilidad mejorada con versiones anteriores en muchas aplicaciones y/o puede, por ejemplo, facilitar la introducción de la distribución de imágenes HDR en los sistemas de imágenes y vídeo existentes.

La señal de imagen puede ser una única señal de imagen, como un archivo de imagen digital, o puede ser, por ejemplo, una señal de vídeo que comprenda una pluralidad de imágenes.

30 Las palabras de N bits pueden comprender una pluralidad de componentes que pueden representar separada e individualmente componentes de diferentes colores. Una palabra de N bits puede representar una pluralidad de componentes de color. La palabra de N bits puede dividirse en diferentes segmentos que pueden asignarse a componentes de color individuales. Por ejemplo, se pueden usar N1 bits para los datos de píxeles de un primer componente de color, N2 bits para los datos de píxeles de un segundo componente de color y N3 bits para los datos de píxeles de un tercer componente de color (donde, por ejemplo,  $N1+N2+N3=N$ ). Como ejemplo específico, una representación de color RGB puede proporcionarse en palabras de N bits donde N/3 bits se asignan a cada uno de los componentes de color R, G y B.

40 De forma similar, las palabras de M bits pueden comprender una pluralidad de componentes que pueden representar por separado e individualmente diferentes componentes de color. Una palabra de M bits puede representar una pluralidad de componentes de color. La palabra de M bits puede dividirse en diferentes segmentos que pueden asignarse a componentes de color individuales. Por ejemplo, los bits M1 pueden utilizarse para los datos de píxeles de un primer componente de color, los bits M2 pueden utilizarse para los datos de píxeles de un segundo componente de color y los bits M3 pueden utilizarse para los datos de píxeles de un tercer componente de color (donde, por ejemplo,  $M1+M2+M3=M$ ).

45 La señal de imagen puede ser una única señal de imagen continua y todo incluido. Sin embargo, en otras realizaciones, la señal de imagen puede ser una señal de imagen compuesta o dividida. Por ejemplo, los datos de píxeles de la imagen en forma de palabras de N bits pueden distribuirse en varios paquetes de datos o mensajes. Del mismo modo, el indicador puede proporcionarse junto con las palabras de N bits o separado de ellas, por ejemplo, almacenado en una parte diferente de una memoria, o incluso proporcionado a través de un enlace de comunicación diferente. Por ejemplo, el indicador puede transmitirse en paquetes de datos o mensajes diferentes a las palabras de N bits. Por ejemplo, la señal de imagen puede dividirse en paquetes de datos de imagen y paquetes de datos de control, proporcionándose las palabras de N bits en los primeros y el indicador en los segundos. Como mínimo, el codificador y el descodificador tendrían una forma fija (única o múltiple) de codificar los datos HDR en una palabra fija disponible de N bits. Por ejemplo, cuando los originales HDR arbitrarios (por ejemplo, con 16 bit luma con el código máximo correspondiente a un pico\_blanco de 5.000 nit, o 22 bit luma con un pico\_blanco de 550.000 nit), se transforman primero en una señal intermedia (que es más utilizable para la visualización, ya que un objeto brillante de 550.000 nit no se puede renderizar de todos modos, por lo que preferentemente se gradúa primero a algún valor que siga transmitiendo un brillo enorme, pero que se pueda renderizar en una pantalla, por ejemplo 5.000 nit). Las difíciles decisiones matemáticas o artísticas de convertir la representación de la escena del mundo real en una señal útil y renderizable se eliminan de esta parte de la cadena de creación de imágenes y se tratan en una parte anterior, de modo que la codificación de tipo 2 sólo debe ocuparse de convertir lo que haya acabado en la representación intermedia de M bits en la representación de tipo 2 de N bits. Sin embargo, el indicador puede ser más complejo o, de cualquier otra manera, suministrarse conjuntamente con datos adicionales que especifiquen cómo se realizó exactamente una asignación a la señal de N bits, de modo que, por ejemplo, también los originales de 22 bits/550.000

nit se puedan aplicar directamente a la segunda imagen. parte de la cadena y se convierte a la señal de N bits. En tales casos, la información útil sería la información de escalado (lineal) (por ejemplo, asociada a un escalado entre un primer rango de luminancias asociado a la primera codificación de palabras de M bits frente a un segundo rango de las palabras de N bits), como por ejemplo una memoria descriptiva del nivel de 550.000 nit (o una indicación de valor de blanco derivado, por ejemplo, un nivel de blanco estimado, escalado o que se pretende renderizar en una pantalla de referencia [que se puede ver como ejemplo de una luminancia de pantalla asociada], que una pantalla receptora real puede entonces mapear óptimamente de acuerdo con lo que puede generar al máximo como pico de blanco; por ejemplo, si la pantalla puede mostrar un pico de blanco de 10.000 nits, puede representar el primer blanco [es decir, los píxeles que tienen un valor de código de  $Y=1.023$ , por ejemplo] como luminancia de salida de pantalla igual a 6.000 nits, y el segundo como luminancia de salida de pantalla igual a 10.000 nits). Además, puede ser útil incluir información sobre cómo se distribuyen exactamente todos los valores de luma o color a lo largo de la gama de colores codificables en la representación de M bits a lo largo de la gama codificable de la señal de N bits, por ejemplo, utilizar los bits de la nueva representación de N bits de la mejor manera posible y codificar con la mayor precisión posible toda la textura de los distintos objetos importantes a lo largo del rango de luminancia en las imágenes introducidas en la representación de M bits, por ejemplo, mediante la codificación conjunta de funciones de asignación. Por supuesto, todo esto puede variar dinámicamente entre las diferentes escenas de una película, por ejemplo, cambiando entre escenas en interiores bien iluminadas que pueden representarse mejor con codificaciones LDR, a una escena en exteriores con fuegos artificiales espectacularmente brillantes, que puede representarse mejor con una variante más ajustada HDR, con diferentes estadísticas de imagen que resultan en diferentes estadísticas de codificación de N bits.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, la primera representación de color es diferente de la segunda representación de color.

Esto puede proporcionar un rendimiento mejorado en muchas realizaciones y, en muchos escenarios, puede permitir específicamente una comunicación altamente eficiente de datos de imágenes HDR. El aparato puede adaptar datos de imágenes HDR para que coincidan específicamente con los requisitos, características y/o preferencias del medio de distribución específico.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el aparato comprende además una unidad de transformación para transformar los valores de píxeles de alto rango dinámico de la primera representación de color a la segunda representación de color.

Esto puede proporcionar un rendimiento mejorado en muchas realizaciones y, en muchos escenarios, puede permitir específicamente una comunicación altamente eficiente de datos de imágenes HDR. El aparato puede adaptar datos de imágenes HDR para que coincidan específicamente con los requisitos, características y/o preferencias del medio de distribución específico.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, la transformación comprende una compresión de palabras de M bits en palabras de N bits, donde M es mayor que N.

En muchas realizaciones se puede lograr una señal de imagen más eficiente para distribuir contenido HDR. Una compresión que permita una distribución más eficiente puede, por ejemplo, aplicar transformaciones no lineales para transformar, por ejemplo, una representación de color de palabra lineal de M bits en una representación de color de palabra de N bits no lineal.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, la compresión comprende el uso de un esquema de cuantificación diferente para los valores de píxel de acuerdo con la segunda representación de color que para los valores de píxel de acuerdo con la primera representación de color.

En muchas realizaciones se puede lograr una señal de imagen más eficiente para distribuir contenido HDR. El esquema de cuantificación para la segunda representación de color puede, por ejemplo, permitir que el rango dinámico sea cubierto por menos niveles de cuantificación y puede permitir que N sea menor que M. El esquema de cuantificación para la segunda representación de color puede ser, por ejemplo, una cuantificación no uniforme de los valores de componentes de color y/o rango dinámico de luminancia.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, la primera representación de color es la misma que la segunda representación de color.

Esto puede permitir una representación eficiente y/o baja complejidad y/o operación facilitada en muchos escenarios. En particular, puede permitir el uso de procesamiento de baja complejidad y bajos recursos computacionales para manejar de manera eficiente imágenes de alto rango dinámico.

La señal de imagen incluye una indicación de cómo los valores de píxeles proporcionados se correlacionan nominalmente con las luminancias previstas. El enfoque puede permitir, por ejemplo, que una pantalla que recibe la señal de imagen adapte la representación de los valores de píxeles para corresponder a las características reales de la pantalla. Por ejemplo, pueden aplicarse transformaciones para proporcionar conversiones precisas o apropiadas de

las pantallas nominales o de referencia asociadas con la segunda representación de color a la pantalla real utilizada para la representación.

5 En concreto, el indicador proporciona una indicación de una luminancia de referencia correspondiente a un valor de píxel de referencia. La luminancia correspondiente al valor del píxel que representa la luminancia más alta de la segunda representación en color es indicada por el indicador.

10 El enfoque puede permitir codificar cualquier espacio HDR y al mismo tiempo permitir su visualización en cualquier pantalla. Por ejemplo, una imagen HDR se puede codificar para que corresponda a un rango dinámico con una radiación más brillante de 50.000 nits. Sin embargo, al renderizar una señal de este tipo en una pantalla de 1.000 nit, es deseable proporcionar un mapeo inteligente entre el rango dinámico codificado y el rango dinámico del renderizado. Tal transformación puede mejorarse y/o facilitarse mediante el indicador que indica una luminancia de visualización asociada con la segunda representación de color.

15 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el indicador comprende una indicación de la segunda representación de color.

20 Esto puede mejorar el rendimiento y/o facilitar el renderizado. En particular, puede permitir que un dispositivo que recibe la señal de imagen optimice su procesamiento para la representación de color específica utilizada. Las representaciones del color pueden especificar tanto cómo se empaquetan los valores de los datos (por ejemplo, primero una luma, luego un matiz como componente de 3 bits y, a continuación, una saturación de acuerdo con alguna asignación de los bits de las palabras sucesivas), como qué significan (qué primarios, etc.).

25 De acuerdo con una característica opcional de la invención, la primera representación de color emplea un valor de color separado para cada componente de color de la primera representación de color, y la segunda representación de color emplea un conjunto de valores de color para cada componente de color de la segunda representación de color junto con un factor exponencial común.

30 Esto puede proporcionar una representación particularmente eficiente. El conjunto de valores de color para cada componente de color de la segunda representación de color puede corresponder a una representación lineal o no lineal (tal como, por ejemplo, logarítmica) de los valores de luminancia de los componentes de color.

35 De acuerdo con una característica opcional de la invención, la señal de imagen comprende un segmento para datos de imagen de píxel, y el primer generador se dispone para incluir alternativamente valores de píxel de bajo rango dinámico o valores de píxel de alto rango dinámico de acuerdo con una segunda representación de color en el segmento, y el indicador se dispone para indicar si el primer segmento comprende valores de color de bajo rango dinámico o valores de color de alto rango dinámico.

40 Esto puede proporcionar una representación particularmente ventajosa. En muchos escenarios, puede proporcionar una compatibilidad mejorada con versiones anteriores y/o facilitar la introducción de HDR en sistemas o estándares existentes. En particular, el enfoque puede permitir que los enfoques de distribución de vídeo existentes para la distribución de imágenes de bajo rango dinámico se adapten fácilmente a la distribución de imágenes de alto rango dinámico.

45 El segmento puede ser, por ejemplo, un segmento reservado para la comunicación de datos de color mejorados. Por ejemplo, un estándar de señal de imagen puede permitir que los datos de imagen se comuniquen de acuerdo con una representación de color estándar y de acuerdo con una representación de color mejorada, donde la representación de color mejorada permite una representación de cromaticidad mejorada en relación con la representación de color estándar (por ejemplo, una cuantificación de cromaticidad más fina, o una gama más amplia). Típicamente, la representación de color mejorada puede utilizar más bits que la representación de color estándar. El enfoque puede permitir que un segmento reservado para la representación de color mejorada se utilice para la comunicación de datos de alto rango dinámico.

55 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el segundo generador se dispone para incluir además un segundo indicador en las señales de imagen, siendo el segundo indicador indicativo del segmento que se utiliza para valores de píxeles de rango dinámico bajo tanto cuando el segmento comprende un rango dinámico bajo como valores de píxeles y cuando el segmento comprende valores de píxeles de alto rango dinámico.

60 Esto puede proporcionar una representación particularmente ventajosa. En muchos escenarios, puede proporcionar una compatibilidad mejorada con versiones anteriores y/o facilitar la introducción de HDR en sistemas o estándares existentes. En particular, el enfoque puede permitir que los enfoques de distribución de vídeo existentes para la distribución de imágenes de bajo rango dinámico se adapten fácilmente para permitir la distribución de imágenes de alto rango dinámico.

65 El uso del segundo indicador, que puede indicar que el segmento utiliza datos de bajo rango dinámico incluso cuando contiene datos de alto rango dinámico, puede utilizarse para garantizar que el procesamiento o la distribución en base

a este indicador serán los mismos que para los datos de bajo rango dinámico. Esto puede evitar conflictos y, en particular, puede permitir que las funciones que no son capaces de procesar datos de alto rango dinámico o el primer indicador sigan procesando la señal. Otra funcionalidad puede entonces explotar el primer indicador para procesar los valores de los píxeles como datos de alto rango dinámico. Por ejemplo, en algunas realizaciones, sólo la pantalla de representación utilizará el primer indicador para procesar los datos de píxeles, mientras que la funcionalidad de distribución o almacenamiento que interviene se basa únicamente en el segundo indicador y, por lo tanto, no necesita ser capaz de procesar el primer indicador ni los valores de píxeles de alto rango dinámico. El segundo indicador puede ser un indicador estandarizado existente, siendo el primer indicador un indicador nuevo introducido en un estándar existente.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, un número de bits K reservados para cada píxel en el segmento es mayor que N.

Esto puede permitir una operación mejorada y/o facilitada en muchos escenarios. En algunas realizaciones, los bits K-N pueden usarse para la comunicación de otros datos, tales como, por ejemplo, datos de mejora de la cromaticidad.

Según una característica opcional de la invención, la señal de codificación de imágenes está de acuerdo con un estándar HDMI.

La invención puede proporcionar una señal de imagen HDMI™ (Interfaz multimedia de alta definición) particularmente ventajosa para su distribución de acuerdo con las normas HDMI™.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el primer generador se dispone para incluir los valores de píxel de alto rango dinámico en un segmento de datos de Color Profundo.

Esto puede proporcionar un enfoque particularmente ventajoso y en particular puede permitir una compatibilidad mejorada con versiones anteriores.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el segundo generador se dispone para incluir el indicador en un InfoFrame de Información Auxiliar de Vídeo.

Esto puede proporcionar un enfoque particularmente ventajoso y en particular puede permitir una compatibilidad mejorada con versiones anteriores.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, la señal de codificación de imagen es conforme a un estándar DisplayPort.

La invención puede proporcionar una señal de imagen DisplayPort™ particularmente ventajosa para su distribución de acuerdo con los estándares DisplayPort™.

De acuerdo con un aspecto de la invención se proporciona un procedimiento de generación de una señal de imagen en la que los píxeles se codifican en palabras de N bits, codificando al menos una luma por píxel, el procedimiento que comprende los pasos:

obtener valores de píxeles de alto rango dinámico de acuerdo con una primera representación del color en palabras de M bits;

incluir los valores de los píxeles de alto rango dinámico en la señal de imagen en las palabras de N bits de acuerdo con una segunda representación del color; y

incluir en la señal de imagen un indicador de una codificación HDR mediante la cual se codifican los valores de píxel de alto rango dinámico, cuyo indicador es una luminancia a la que se pretende representar un código de luma máximo.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, la señal de imagen es conforme a un estándar HDMI, y el aparato comprende además medios para transmitir una indicación de la capacidad de procesar valores de píxel de alto rango dinámico en un bloque de datos específico del proveedor HDMI.

Esto puede permitir una distribución de la señal de imagen particularmente ventajosa. En particular, puede proporcionar compatibilidad con versiones anteriores mejorada y/o introducción facilitada de información HDR en sistemas HDMI.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona una señal de imagen en la que los píxeles se codifican en palabras de N bits, codificando al menos un luma por píxel, la señal de imagen que comprende valores de píxel de alto rango dinámico en la señal de imagen en las palabras de N bits según una representación de color, y un indicador de una codificación HDR mediante la cual se codifican los valores de píxel de alto rango dinámico, cuyo indicador es una luminancia a la que se pretende representar un código de luma máximo. Estos y otros aspectos, características y

ventajas de la invención serán evidentes y aclarados con referencia a las realizaciones descritas de aquí en adelante.

#### Breve descripción de las figuras

- 5 Las realizaciones de la invención se describirán, sólo a manera de ejemplo, con referencia a las figuras, en las que
- La Figura 1 es una ilustración de una ruta de distribución para contenido audiovisual;  
 La Figura 2 es una ilustración de un aparato para generar una señal de imagen de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;  
 10 La Figura 3 es una ilustración de un aparato para generar una señal de imagen de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;  
 La Figura 4 es una ilustración de un aparato para procesar una señal de imagen de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;  
 La Figura 5 ilustra ejemplos de codificación de valores de píxeles;  
 15 La Figura 6 ilustra un ejemplo de un sistema para generar contenido audiovisual; y  
 La Figura 7 ilustra un ejemplo de un sistema para procesar contenido audiovisual.

#### Descripción detallada de algunas realizaciones de la invención

- 20 La Figura 1 ilustra un ejemplo de una ruta de distribución audiovisual. En el ejemplo, un aparato proveedor de contenidos 101 genera una señal de contenido audiovisual para un elemento de contenido audiovisual, como por ejemplo una película, un programa de televisión, etc. El aparato proveedor de contenido 101 puede codificar específicamente el contenido audiovisual de acuerdo con un formato de codificación y una representación de color adecuados. En particular, el aparato proveedor de contenidos 101 puede codificar las imágenes de una secuencia de  
 25 vídeo del elemento de contenido audiovisual de acuerdo con una representación adecuada como, por ejemplo, YCrCb. Se puede considerar que el aparato proveedor de contenidos 101 representa una productora y distribuidora que crea y emite los contenidos.

- 30 La señal de contenido audiovisual se distribuye luego a un dispositivo de procesamiento de contenido 103 a través de una ruta de distribución 105. El dispositivo de procesamiento de contenido 103 puede ser, por ejemplo, un decodificador que reside en un consumidor específico del elemento de contenido.

- El contenido audiovisual se codifica y distribuye desde el aparato proveedor de contenidos 101 a través de un medio, que puede consistir, por ejemplo, en soportes empaquetados (DVD o BD, etc.), Internet o radiodifusión. A continuación,  
 35 llega a un dispositivo fuente, el dispositivo de procesamiento de contenidos 103, que incluye funciones para decodificar y reproducir el contenido.

- Se apreciará que la ruta de distribución 105 puede ser cualquier ruta de distribución y a través de cualquier medio o utilizando cualquier estándar de comunicación adecuado. Además, no es necesario que la ruta de distribución sea en  
 40 tiempo real, sino que puede incluir almacenamiento permanente o temporal. Por ejemplo, la vía de distribución puede incluir Internet, la radiodifusión por satélite o terrestre, etc., el almacenamiento en soportes distribuidos físicamente como DVD o Blu-ray Disc™ o una tarjeta de memoria, etc. Asimismo, el dispositivo de procesamiento de contenido 103 puede ser cualquier dispositivo adecuado tal como un reproductor de Blu-ray™, un receptor de televisión terrestre o satelital, etc.

- 45 El dispositivo de procesamiento de contenido 103 se acopla a una pantalla 107 a través de una ruta de comunicación 109. El dispositivo de procesamiento de contenido 103 genera una señal de visualización que comprende una señal audiovisual que representa el elemento de contenido audiovisual. La señal de visualización puede ser específicamente la misma que la señal de contenido audiovisual. Por lo tanto, el dispositivo fuente transmite el contenido decodificado  
 50 a un dispositivo receptor, que puede ser un televisor u otro dispositivo que convierte las señales digitales en una representación física.

- En algunas realizaciones, los datos que representan las imágenes del contenido audiovisual son los mismos para la señal de contenido audiovisual y para la señal de visualización. En este ejemplo, la pantalla 107 puede comprender  
 55 una funcionalidad para el procesamiento de imágenes que incluye, por ejemplo, la generación de imágenes con un rango dinámico aumentado. Sin embargo, se apreciará que, en algunas realizaciones, el dispositivo de procesamiento de contenido 103 puede realizar, por ejemplo, algoritmos de mejora de imagen o procesamiento de señal en los datos y puede decodificar y recodificar específicamente la señal audiovisual (procesada). La recodificación puede realizarse específicamente en un formato de codificación o representación diferente al de la señal de contenido audiovisual.

- 60 El sistema de la Figura 1 se dispone para proporcionar información de vídeo de alto rango dinámico (HDR). Además, con el fin de proporcionar, por ejemplo, una mayor compatibilidad con versiones anteriores, en algunos casos también puede proporcionar información de bajo rango dinámico (LDR) que permita presentar una imagen LDR. Específicamente, el sistema es capaz de comunicar/distribuir señales de imagen relacionadas con imágenes LDR y  
 65 HDR.

El enfoque descrito a continuación se puede aplicar en uno o ambos del enlace 105 desde el aparato proveedor de contenido 101 al dispositivo de procesamiento de contenido 103 y el enlace 109 desde el dispositivo de procesamiento de contenido 103 a la pantalla 107. Además, el enfoque se puede aplicar de manera diferente en los dos caminos, por ejemplo, usando diferentes representaciones de color o estándares de codificación. Sin embargo, la siguiente descripción, por brevedad y claridad, se centrará en la aplicación del enfoque a una interfaz entre un descodificador audiovisual y una pantalla correspondiente. Por lo tanto, la descripción se centrará en una aplicación a la ruta de comunicación 109 entre el dispositivo de procesamiento de contenido 103 y la pantalla 107 en la Figura 1.

Las pantallas convencionales generalmente usan una representación LDR. Típicamente tales representaciones LDR son proporcionadas por una representación de 8 bits de tres componentes relacionada con primarios especificados. Por ejemplo, una representación de color RGB puede proporcionarse por tres muestras de 8 bits con referencia a un primario Rojo, Verde y Azul respectivamente. Otra representación utiliza un componente luma y dos componentes cromáticos (como YCrCb). Estas representaciones LDR corresponden a un determinado brillo o rango de luma.

Sin embargo, cada vez se proporcionan más dispositivos de captura de imágenes que pueden capturar rangos dinámicos más grandes. Por ejemplo, las cámaras suelen ofrecer rangos de 12 bits, 14 bits o incluso 16 bits. Por lo tanto, en comparación con una cámara LDR estándar convencional de 8 bits, una cámara HDR puede capturar fielmente (linealmente) 12 bits, 14 bits (o superior) desde un blanco más brillante hasta un negro determinado. Por lo tanto, el HDR puede corresponder a un número creciente de bits para las muestras de datos correspondientes a LDR, permitiendo así representar un rango dinámico más alto.

HDR permite específicamente presentar imágenes (o áreas de imagen) significativamente más brillantes. De hecho, una imagen HDR puede proporcionar un blanco sustancialmente más brillante que el que puede proporcionar la imagen LDR correspondiente. De hecho, una imagen HDR puede permitir un blanco al menos cuatro veces más brillante que una imagen LDR. El brillo puede medirse específicamente en relación con el negro más oscuro que puede representarse o puede medirse en relación con un determinado nivel de gris o negro.

La imagen LDR puede corresponder específicamente a parámetros de pantalla específicos, como una resolución de bits fija relacionada con un conjunto específico de primarios y/o un punto blanco específico. Por ejemplo, se pueden proporcionar 8 bits para un conjunto determinado de primarios RGB y, por ejemplo, un punto blanco de 500 Cd/m<sup>2</sup>. La imagen HDR es una imagen que incluye datos que deben renderizarse por encima de estas restricciones. En particular, el brillo puede ser más de cuatro veces superior al punto blanco (por ejemplo, 2.000 Cd/m<sup>2</sup>) o más.

Los valores de píxel de alto rango dinámico tienen un rango de contraste de luminancia (luminancia más brillante del conjunto de píxeles dividida por la luminancia más oscura) que es (mucho) mayor que un rango que puede visualizarse fielmente en las pantallas estandarizadas en la era NTSC y MPEG-2 (con sus típicas primarias RGB, y un blanco D65 con para el nivel máximo de conducción [255, 255, 255] un brillo de referencia de, por ejemplo, 500 nit o inferior). Normalmente, para una visualización de referencia de este tipo bastan 8 bits para mostrar todos los valores de gris entre aproximadamente 500 nit y aproximadamente 0,5 nit (es decir, con un rango de contraste de 1.000:1 o inferior) en pasos visualmente pequeños, mientras que las imágenes HDR se codifican con una palabra de bits más alta, por ejemplo, 10 bits (que también se capturan mediante una cámara con una profundidad de pozo y un DAC mayores, por ejemplo, 14 bits). En particular, las imágenes HDR generalmente contienen muchos valores de píxeles (de objetos de imagen brillantes) sobre una escena blanca. En particular, varios píxeles son más brillantes que 2 veces el blanco de la escena. Este blanco de escena normalmente puede equipararse con el blanco de la pantalla de referencia NTSC/MPEG-2.

El número de bits utilizado para las imágenes HDR X puede ser típicamente mayor o igual que el número de bits Y utilizado para las imágenes LDR (X puede ser típicamente, por ejemplo, 10 o 12, o 14 bits (por canal de color si se utilizan varios de los canales), e Y puede ser, por ejemplo, 8, o 10). Es posible que se requiera una transformación/mapeo para ajustar píxeles en un rango más pequeño, por ejemplo, una escala de compresión. Normalmente, puede implicarse una transformación no lineal, por ejemplo, una codificación logarítmica puede codificar (como lumas) un rango de luminancia mucho mayor en una palabra de X bits que una codificación lineal, ya que los pasos de diferencia de luminancia de un valor al siguiente no son entonces equidistantes, pero tampoco es necesario que lo sean para el sistema visual humano.

La Figura 2 ilustra un aparato para generar una señal de imagen. En la señal de imagen, los píxeles se codifican en palabras de N bits con al menos una luma codificada por píxel. Las palabras de N bits pueden comprender una pluralidad de componentes individuales. Por ejemplo, una palabra de N bits que representa un píxel se puede dividir en varias secciones, cada una de las cuales contiene una cantidad de bits que representan una propiedad del píxel. Por ejemplo, las palabras de N bits pueden dividirse en varias secciones, cada una de las cuales contiene un componente de valor de píxel correspondiente a un color primario. Por ejemplo, una palabra de N bits puede proporcionar un valor de píxel RGB mediante una sección que incluya bits que proporcionen el valor de píxel R, otra sección que incluya bits que proporcionen el valor de píxel G, y una tercera sección que incluya bits que proporcionen el valor de píxel B.

Las palabras de N bits que representan valores de píxeles HDR se proporcionan de acuerdo con una representación



de color. Se apreciará que se puede utilizar cualquier representación de color adecuada que permita representar píxeles HDR, incluyendo, por ejemplo, una representación de color RGB o YCrCb. También se apreciará que se pueden utilizar representaciones de colores primarios múltiples que utilizan más de tres colores primarios.

5 Se apreciará que el aparato puede utilizarse en cualquier ubicación adecuada en la ruta de distribución desde la generación del contenido de la imagen hasta la representación del contenido de la imagen. Sin embargo, la siguiente descripción se centrará en una realización en el que el aparato se implementa como parte del dispositivo de procesamiento de contenidos 103 de la Figura 1.

10 El aparato comprende un receptor 201 que recibe valores de píxeles de alto rango dinámico de acuerdo con una primera representación del color en palabras de M bits. El receptor 201 puede recibir específicamente una señal de imagen que comprende valores de píxeles para una imagen HDR. La señal puede recibirse desde cualquier fuente externa o interna adecuada, pero en el ejemplo específico, la señal es recibida por el dispositivo de procesamiento de contenidos 103 desde el aparato proveedor de contenidos 101.

15 De manera similar a las palabras de N bits generadas por el aparato de la Figura 2, las palabras de M bits recibidas también pueden comprender una pluralidad de componentes individuales. Por ejemplo, una palabra de M bits que representa un píxel puede proporcionarse en varias secciones, cada una de las cuales contiene un número de bits que representa una propiedad del píxel. Por ejemplo, las palabras de M bits pueden dividirse en varias secciones, cada una de las cuales contiene un componente de valor de píxel correspondiente a un color primario. Por ejemplo, una palabra de M bits puede proporcionar un valor de píxel RGB mediante una sección que incluya bits que proporcionen el valor de píxel R, otra sección que incluya bits que proporcionen el valor de píxel G, y una tercera sección que incluya bits que proporcionen el valor de píxel B.

25 Además, las palabras de M bits que proporcionan los valores de píxeles HDR se proporcionan de acuerdo con una primera representación de color. Se apreciará que se puede utilizar cualquier representación de color adecuada que permita representar píxeles HDR, incluyendo, por ejemplo, una representación de color RGB o YCrCb. También se apreciará que se pueden utilizar representaciones de colores primarios múltiples que utilizan más de tres colores primarios. Por brevedad y claridad, la siguiente descripción se centrará en una señal de entrada que comprende valores de píxeles HDR como palabras de M bits de acuerdo con una representación de color RGB.

30 En algunas realizaciones, la representación de color de las palabras de M bits (de entrada) (la primera representación de color) y la representación de color de las palabras de N bits (de salida) (la segunda representación de color) pueden ser la misma y, de hecho, N puede ser igual a M. Por lo tanto, en algunas realizaciones, se puede usar la misma representación de color para la señal de imagen (de salida) que para la señal de imagen (de entrada) recibida.

35 En el ejemplo de la Figura 2, el receptor 201 se acopla a un primer generador 203 que se dispone para incluir palabras de N bits en la señal de imagen. En el ejemplo específico, esto se hace generando paquetes de datos que incluyen palabras de N bits para la imagen. Además, en el ejemplo, las representaciones de color y la longitud de las palabras para las señales de entrada y de salida son las mismas y, por lo tanto, el primer generador 203 puede incluir directamente las palabras de M bits recibidas que representan los valores de píxel HDR en la señal de imagen de salida, por ejemplo, generando directamente paquetes o segmentos de datos adecuados que comprenden los valores de M bits.

40 El receptor 201 se acopla además a un segundo generador 205 que se dispone para generar e incluir un indicador en la señal de imagen que indica que los valores de píxeles HDR se codifican en la señal de imagen. Por lo tanto, se proporciona un indicador como parte de la señal de imagen que indica que la señal comprende valores HDR. El indicador puede incluirse, por ejemplo, en la señal de imagen al incluirse en un mensaje de datos o paquete de datos distribuido junto con los mensajes de datos o paquetes de datos que comprenden los datos del valor de píxel.

45 Los generadores primero y segundo 203, 205 se acoplan a una unidad de salida 207 que se dispone para emitir la señal de imagen. En el ejemplo específico, la unidad de salida 207 puede simplemente transmitir los mensajes de datos o paquetes que contienen los datos de valor de píxel y el indicador.

50 Así, en el ejemplo específico, la señal de imagen es una señal compuesta o dividida formada por varias partes comunicadas independientemente. En el ejemplo específico, la señal de imagen comprende una pluralidad de diferentes tipos de paquetes de datos. Sin embargo, en otras realizaciones, la señal de imagen puede proporcionarse como un único flujo de datos combinado que comprenda tanto los datos de valor de píxel como el indicador. En tales ejemplos, los datos proporcionados por el primer y segundo generador 203, 205 pueden combinarse en un único flujo de datos o bits mediante la unidad de salida 207. Específicamente, la unidad de salida 207 puede comprender un multiplexor para multiplexar los datos en un único flujo o archivo de datos. El aparato de la Figura 2 genera una señal de imagen que no sólo puede contener una representación eficiente de datos de imagen HDR, sino que también proporciona una distribución y comunicación HDR flexible. En particular, puede proporcionar una compatibilidad retroactiva mejorada y puede, por ejemplo, permitir o facilitar la introducción de imágenes HDR en sistemas y normas no diseñados originalmente para imágenes HDR. Por ejemplo, puede permitir que equipos con capacidad adecuada (como pantallas) procesen la señal de imagen según sea apropiado para datos HDR y, por lo tanto, se puede lograr

un procesamiento condicional de los valores de píxeles recibidos en base a la presencia o ausencia de una indicación HDR.

En el ejemplo de la Figura 2, la representación en color de la señal de entrada es la misma que la representación en color de la señal de salida y, de hecho, las muestras HDR recibidas se incluyen directamente en la señal de imagen. Sin embargo, en muchas aplicaciones la representación del primer color será diferente de la representación del segundo color.

La Figura 3 ilustra el aparato de la Figura 2 modificado para incluir un procesador de transformación 301 entre el receptor 201 y el primer generador 203. El procesador de transformación 301 se dispone para transformar los valores de píxeles de alto rango dinámico desde la primera representación de color a la segunda representación de color.

El procesador de transformación 301 puede disponerse específicamente para realizar una compresión de la representación de los valores de píxeles HDR de manera que se reduzca el número requerido de bits. Por tanto, en muchos escenarios, la unidad de transformación se dispone para transformar las palabras de M bits de entrada en palabras de N bits de salida donde M es mayor que N. Por lo tanto, el procesador de transformación 301 normalmente puede disponerse para generar una representación más compacta de los valores de píxeles HDR permiten así una velocidad de datos reducida.

La transformación puede incluir específicamente una representación no lineal de los rangos dinámicos. Por ejemplo, la señal de entrada puede recibirse como muestras de acuerdo con una representación de color RGB lineal de 16 bits. Por tanto, las palabras de entrada pueden ser palabras de entrada de 48 bits. Tal representación tiende a proporcionar una representación bastante precisa del rango dinámico y reduce las bandas, etc. a límites aceptables incluso para rangos dinámicos relativamente altos. Sin embargo, requerir 48 bits por píxel da lugar a una velocidad de transmisión de datos relativamente alta que resulta inadecuada o indeseable para muchas aplicaciones.

El procesador de transformación 301 puede, en consecuencia, procesar las palabras de 48 bits para proporcionar una representación más eficiente. Un enfoque de este tipo normalmente puede utilizar las características perceptuales del sistema visual humano. Una característica de la visión humana es que la sensibilidad a las variaciones de brillo tiende a ser no lineal. De hecho, el aumento de luminancia que se requiere para que un ser humano perciba un aumento (o disminución) de brillo aumenta al aumentar la luminancia. Por consiguiente, se pueden utilizar pasos más grandes para luminancias más altas que para luminancias más bajas y, en consecuencia, el procesador de transformación 301 puede, en muchas realizaciones, convertir las representaciones lineales de M bits en una representación no lineal de N bits. En muchos escenarios se puede lograr una transformación adecuada aplicando una función logarítmica a los valores de los píxeles.

En algunas realizaciones, la transformación puede implementarse o incluir un cambio en el esquema de cuantización utilizado para los valores de los píxeles. Un esquema de cuantificación puede proporcionar la relación entre los valores de píxeles reales y la luz correspondiente irradiada desde la pantalla (o desde una pantalla nominal). En particular, el esquema de cuantificación puede proporcionar correlaciones entre valores de bits y un valor correspondiente de un rango dinámico completo.

Por ejemplo, un rango de visualización determinado puede normalizarse al rango de 0-1, donde 0 corresponde a la luz mínima que se irradia y 1 corresponde a la luz máxima que se irradia. Un esquema de cuantificación lineal y uniforme simple puede simplemente dividir el rango de 0-1 en intervalos de cuantificación de igual tamaño. Por ejemplo, para una representación de 12 bits, el rango de 0-1 se divide en 4.096 pasos iguales.

El procesador de transformación 301 puede cambiar el esquema de cuantificación de entrada aplicado a los componentes de la palabra de M bits a un esquema de cuantificación diferente que se aplica a las salidas de las palabras de N bits.

Por ejemplo, la cuantificación de entrada de 65.336 pasos para cada componente de color se puede convertir en 1.024 pasos. Sin embargo, en lugar de simplemente usar una cuantificación lineal correspondiente, el procesador de transformación 103 puede aplicar un esquema de cuantificación no lineal en el que específicamente el tamaño de los pasos de cuantificación aumenta al aumentar los valores de bits (correspondientes a una mayor salida de luz). La representación no uniforme y no lineal refleja la percepción humana y, por lo tanto, en muchos casos puede permitir que el número reducido de bits proporcione una imagen percibida con la misma calidad que la del mayor número de bits generado por una cuantización uniforme y lineal.

En principio, el cambio de esquemas de cuantificación puede realizarse descuantificando las palabras de M bits de entrada seguido de una cuantificación en las palabras de N bits. Sin embargo, en muchos escenarios, el procesador de transformación 103 puede simplemente convertir las palabras aplicando operaciones de bits adecuadas directamente en las palabras de M bits y, en particular, proporcionando un mapeo no lineal de los 16 bits de cada componente de color de entrada en 10 bits del componente de color de salida correspondiente.

En algunas realizaciones, el procesador de transformación 301 puede transformar individual y separadamente cada

componente de las palabras de M bits en un componente correspondiente de las palabras de N bits. Por ejemplo, una palabra de M bits puede contener una muestra de píxel R, una muestra de píxel G y una muestra de píxel B para una representación de color RGB y esto puede convertirse en una muestra de píxel R, una muestra de píxel G y una muestra de píxel B para una representación de color RGB de la palabra de N bits, donde las muestras R, G y B se asignan a diferentes bits de las palabras de N bits.

Sin embargo, a menudo se puede lograr un rendimiento particularmente ventajoso mediante las palabras de N bits que comprenden tanto secciones individuales para cada componente como también una sección común que representa un componente común para los componentes individuales de la palabra de N bits.

Específicamente, se puede proporcionar un valor de color separado para cada componente de color de la representación de color de las palabras de M bits. Así, las palabras de M bits sólo pueden proporcionarse como muestras de color separadas, como por ejemplo en una representación RGB. Sin embargo, la representación de color de las palabras de N bits puede incluir un valor separado para cada componente de color (tal como para el componente R, G y B) pero además puede proporcionar un factor exponencial común para todos los componentes de color. Por tanto, la representación de N bits puede comprender cuatro secciones, proporcionando tres secciones un valor de muestra individual para componentes de color individuales y una cuarta sección que proporciona un factor exponencial común para todos los valores de color. Como ejemplo específico, la unidad de transformación 201 puede convertir de una representación RGB de M bits a una representación RGBE de N bits para proporcionar una representación más eficiente de los valores de píxeles HDR.

Se apreciará que, en algunas realizaciones, el procesador de transformación 301 puede disponerse para realizar un procesamiento más complejo y puede, por ejemplo, mapear de una representación de color a otra teniendo en cuenta características de imagen, características de visualización, etc.

Por ejemplo, el aparato puede disponerse para seleccionar entre una gama de representaciones de color para codificar las muestras HDR, y puede seleccionar la que sea más adecuada para los datos de imagen actuales. Por ejemplo, para una secuencia de imágenes que tiene un rango dinámico muy alto, se puede usar una representación no lineal (por ejemplo, logarítmica), mientras que para una secuencia de rangos de imágenes que tiene un rango dinámico más bajo se puede usar una representación lineal. En tales realizaciones, el aparato puede incluir además una indicación de la codificación seleccionada en la señal de imagen (por ejemplo, una indicación de una función de asignación de tonos, o una función gamma, etc.). Por tanto, el indicador puede indicar la representación de color específica utilizada para las palabras de N bits de la señal de imagen.

Se apreciará que se puede utilizar cualquier correspondencia adecuada entre las palabras de M bits y las palabras de N bits (y por tanto entre la primera y segunda representaciones de color) sin desmerecer la invención.

En algunas realizaciones, el indicador puede comprender una indicación de una luminancia de visualización asociada con la representación de color de las palabras de N bits. Por ejemplo, se puede proporcionar una indicación de la luminancia cubierta por el rango de codificación de colores.

Como ejemplo específico, la segunda representación de color puede asociarse con una visualización de referencia o nominal. La visualización de referencia puede corresponder a una luminancia máxima determinada y la indicación puede indicar, por ejemplo, que el código más brillante (por ejemplo, 1.023 para una representación de 10 bits) debe corresponder a una luminancia de, digamos, 50.000 nits. Esto permite, por ejemplo, incluir una representación graduada diferente, y un aparato receptor inteligente puede tener esto en cuenta.

Dicha indicación se puede utilizar en un receptor para adaptar las muestras de píxeles HDR recibidas a la luminancia de representación de la pantalla específica. De hecho, en muchos casos será más ventajoso realizar un mapeo de las muestras de píxeles HDR en valores de control para la pantalla teniendo en cuenta el rango de luminancia absoluta que se puede proporcionar.

Por ejemplo, si los valores de píxeles HDR se proporcionan simplemente como valores relativos a un rango dinámico normalizado (por ejemplo, de 0 a 1), la pantalla normalmente representará la imagen utilizando las luminancias fraccionarias correspondientes. Por ejemplo, un valor de píxel de 0,5 se representará como la mitad de la salida de luz máxima. Sin embargo, para contenido HDR y/o pantallas HDR, este enfoque puede no ser óptimo. Por ejemplo, una imagen de una playa con un sol en el cielo y algunas áreas oscuras puede utilizar todo el rango dinámico para proporcionar un sol muy brillante (luminoso) cuando se presenta en una pantalla de 50.000 nits. Debido al amplio rango dinámico, esto es posible y al mismo tiempo proporciona una playa y un cielo brillantes (pero más oscuros) y al mismo tiempo proporciona detalles de las áreas de sombra. Sin embargo, si la misma imagen se presenta en una pantalla de 10.000 nits, una simple escala lineal dará como resultado que el cielo y la playa se representen con luminosidades mucho más bajas, lo que hará que parezcan relativamente oscuros y apagados. Además, el detalle de la sombra puede comprimirse tanto que el detalle no sea perceptible (o incluso renderizable). En cambio, sería ventajoso que la pantalla recortara el sol muy fuerte para reducir los valores de luminancia manteniendo o reduciendo solo moderadamente la luminancia del cielo y la playa. Por tanto, se puede realizar un mapeo adaptativo y no lineal. Sin embargo, tal enfoque requiere que la pantalla no solo considere las características de la pantalla, y especialmente

el rango de luminancia, sino también que conozca las luminancias absolutas reales a las que se pretende que correspondan los valores de píxeles HDR recibidos.

El enfoque puede, por ejemplo, permitir que se realice una codificación de la imagen HDR de acuerdo con cualquier espacio HDR adecuado al tiempo que permite que la imagen se represente en cualquier pantalla, por ejemplo, una con una salida de 1.000 nit, una con una salida de 20.000 nit, etc. Esto se puede lograr realizando un mapeo de gama y este mapeo de gama puede ser específicamente en respuesta a las diferencias entre las diferencias de luminancia absoluta entre la referencia para la codificación y la visualización real en la que se representa. Por ejemplo, si una pantalla simplemente asignara, por ejemplo, un rango HDR de 50.000 nits a, digamos, 1.000 nits disponibles en la pantalla específica (con todo comprimido linealmente), entonces la mayoría de los colores se representarían demasiado oscuros. Un mejor enfoque puede ser, por ejemplo, mapear las luminancias por encima de, digamos, 5.000 nits, para que estén muy cerca del blanco de la pantalla (por ejemplo, 950 nits). Por ejemplo, el rango de 5.000 nits a 50.000 nits se puede asignar a 950 nits a 1.000 nits; Se pueden asignar de 1.000 a 5.000 nits a 850 a 950 nits; 750 nits a 1.000 nits a 750 nits a 850 nits, y el rango restante de 0-750 nits puede simplemente asignarse a sí mismo.

En muchas realizaciones, la señal de imagen puede generarse para incluir un segmento de datos en el que se proporcionan datos de imagen de píxeles. Por ejemplo, la señal de imagen puede estar de acuerdo con un estándar que especifica segmentos de datos específicos en los que incluir valores de píxeles. En algunas realizaciones, dichos segmentos se pueden usar para valores de píxeles HDR o se pueden usar para valores de píxeles LDR. Por lo tanto, a veces el segmento de datos puede comprender valores de píxeles LDR y otras veces el segmento de datos puede contener valores de píxeles HDR. En tales realizaciones, el indicador se puede utilizar para indicar el tipo de datos que se incluyen en el segmento de datos. Por tanto, el indicador puede ser indicativo de si el segmento de datos incluye datos HDR o datos LDR. Este enfoque permite un sistema muy flexible y, en particular, puede facilitar la introducción de la comunicación/distribución de datos HDR en los sistemas y normas existentes, ya que los segmentos de datos LDR definidos pueden reutilizarse para los datos HDR con el único requisito de introducir un nuevo indicador.

La Figura 4 ilustra un ejemplo de un sumidero para procesar una señal proporcionada por un aparato como se describió anteriormente. En el ejemplo específico, el sumidero es una pantalla dispuesta para presentar la imagen de la señal de imagen. El fregadero puede ser específicamente la pantalla 107 de la Figura 1.

La pantalla 107 comprende un receptor 401 que recibe la señal de imagen. La señal de imagen comprende un segmento de datos que puede contener valores de píxeles de alto rango dinámico en palabras de N bits de acuerdo con una representación de color o puede contener valores de píxeles de bajo rango dinámico (según otra representación de color). La señal de imagen comprende además un indicador que indica si el segmento de datos comprende los valores de píxeles de alto rango dinámico o los valores de píxeles de bajo rango dinámico.

El receptor 401 se acopla a un extractor 403 que se dispone para extraer los datos del segmento de datos. El extractor 403 recupera así los datos de muestra de píxeles de la señal de imagen.

El extractor 403 se acopla a un procesador para procesar los datos de muestra de píxeles. En el ejemplo, el procesador es un controlador de visualización 405 que además se acopla a un panel de visualización 407 y al receptor 401.

El controlador de visualización 405 recibe los datos de muestra de píxeles del extractor 403 y el indicador del receptor 401 y procede a generar una señal de visualización para el panel de visualización 407.

El procesamiento del controlador de visualización 405 depende de si el indicador indica que los datos de píxeles son para una imagen HDR o LDR. Por ejemplo, si la pantalla es una pantalla LDR, puede generar directamente señales de control correspondientes a los valores de píxeles de la pantalla siempre que el indicador refleje que los valores de píxeles ya son valores LDR. Sin embargo, si el indicador refleja que los valores de píxeles recibidos son en realidad valores de píxeles HDR, el controlador de visualización 405 puede proceder a realizar un mapeo de gama y otras conversiones de HDR a LDR. Por ejemplo, se puede aplicar una escala no lineal a los valores de píxeles HDR (por ejemplo, correspondientes a una operación de registro y una operación de recorte). Dicha conversión puede tener en cuenta además el rango dinámico asociado con los datos HDR recibidos al adaptar la conversión.

Por el contrario, si la pantalla es una pantalla HDR, puede utilizar directamente los valores de píxel cuando el indicador indica que los datos de píxel son datos HDR, y puede realizar una conversión de gama (incluida la mejora de la luminancia) cuando el indicador indica que los datos de píxel son datos LDR.

En algunas realizaciones, el sistema puede disponerse para proporcionar una codificación eficiente de los valores de píxeles HDR de manera que no se utilicen todos los bits de datos disponibles. Por ejemplo, el segmento de datos puede disponerse para proporcionar valores de datos de píxeles en palabras de K bits. El segmento de datos puede ser, por ejemplo, un segmento de datos de mejora del color que puede proporcionar una precisión mejorada. Por ejemplo, el segmento de datos puede proporcionar valores de datos LDR RGB de 16 bits correspondientes a que K sea igual a 48 bits. Sin embargo, los datos HDR pueden generarse de acuerdo con una codificación eficiente, como por ejemplo de acuerdo con una representación RGBE de 32 bits. En tales realizaciones, hay 16 bits adicionales por cada píxel no utilizado por los datos HDR. Estos datos adicionales pueden utilizarse en algunos casos para

proporcionar otra información. Por ejemplo, los bits no utilizados pueden utilizarse para proporcionar información de color adicional. En otras realizaciones, los bits pueden establecerse en un valor constante para proporcionar una codificación más eficiente, reduciendo así la velocidad de datos.

En algunas realizaciones, el aparato de la Figura 2 (o 3) puede disponerse para generar una señal de imagen que comprende un segundo indicador que indica que el segmento de datos se usa para datos LDR incluso en el caso en que se usa para datos LDR. Así, este segundo indicador puede indicar que los datos del segmento de datos son datos LDR convencionales de acuerdo con una representación LDR adecuada tanto en el caso de que el segmento de datos contenga efectivamente tales datos LDR como cuando contenga datos HDR de acuerdo con una representación de color diferente.

Así, en dicha realización, la señal de imagen puede contener una pluralidad de indicadores que en algunos escenarios pueden estar en conflicto entre sí (o donde un indicador puede ser "erróneo").

El enfoque puede permitir que algunos equipos, procesamiento y funcionalidad utilicen solo el segundo indicador, lo que da como resultado que los datos se manejen exactamente como si fueran datos LDR. Este enfoque es particularmente adecuado para componentes que no son capaces de manejar datos HDR (por ejemplo, equipos heredados) pero que pueden manejar señales de imagen con datos LDR. Sin embargo, al mismo tiempo se pueden disponer otros equipos, procesamiento y funcionalidad para utilizar el primer indicador para interpretar correctamente los datos del segmento de datos y, en consecuencia, procesarlos como datos HDR. En consecuencia, dichos componentes con capacidad HDR pueden aprovechar al máximo los datos HDR.

El enfoque puede ser particularmente adecuado para mejorar los sistemas y estándares LDR existentes para incluir datos HDR. Por ejemplo, el segundo indicador puede ser un indicador del sistema/estándares LDR originales, siendo el primer indicador un nuevo indicador introducido en el sistema al mejorarlo para incluir HDR. El nuevo indicador podrá proporcionarse en una sección opcional de la señal de imagen. De este modo, los equipos existentes que se utilizan, por ejemplo, para la comunicación, el enrutamiento, la conmutación, etc., pueden procesar la señal exactamente del mismo modo que una señal LDR basada únicamente en el primer indicador. Así, como los datos HDR se codifican en un segmento de datos que puede utilizarse para datos LDR, y el segundo indicador se corresponde con ellos, los equipos heredados no sabrán la diferencia entre una señal HDR y una señal LDR. En consecuencia, el equipo de distribución LDR existente puede utilizarse para distribuir los datos HDR desde una fuente HDR a un sumidero HDR. Sin embargo, el sumidero con capacidad HDR se dispone para buscar el primer indicador y, en consecuencia, podrá determinar que los datos contenidos en el segmento de datos son datos HDR y no datos LDR.

A continuación, se proporcionará un ejemplo específico de una realización en el que la señal de imagen se genera de acuerdo con el estándar HDMI™. La realización utiliza el modo Deep Color de HDMI™ para presentar contenido HDR.

HDMI™ admite la transmisión de contenido de vídeo de varias codificaciones de píxeles, como YCbCr 4:4:4, YCbCr 4:2:2 y RGB 4:4:4. En los formatos de codificación HDMI™ estándar, hay 8 bits disponibles por componente correspondientes a los valores de píxeles que se proporcionan en palabras de 24 bits. Sin embargo, además HDMI™ admite la transmisión de contenido con una mayor precisión de color y/o una gama de colores más amplia que los 8 bits normales por componente. Se denomina modo Deep Color y en este modo HDMI™ admite hasta 16 bits por componente (48 bits por píxel, es decir, palabras de 48 bits).

El modo de color profundo es en base a que la velocidad de reloj del enlace se incrementa en relación con la profundidad de píxel /24 (24 bits/píxel = 1,0 x reloj de píxel) y se transmite un paquete de control adicional que indica al sumidero la profundidad de color y el empaquetamiento de los bits (el paquete de control puede ser, por tanto, un ejemplo del segundo indicador mencionado anteriormente). En el ejemplo, este mismo mecanismo también se utiliza para la transmisión de contenido HDR y no se requieren cambios en este mecanismo.

En el ejemplo, el contenido HDR se comunica en los segmentos de datos de Deep Color en lugar de los datos LDR de precisión mejorada. La comunicación se consigue configurando la comunicación HDMI™ como para un modo Deep Color, pero introduciendo una indicación adicional para reflejar que los datos no son datos LDR mejorados, sino datos HDR.

Además, la codificación de píxeles no se limita a utilizar el enfoque lineal RGB de 16 bits por componente del modo Deep Color con un rango dinámico mejorado, sino que proporciona los datos HDR utilizando codificaciones de píxeles HDR eficientes como, por ejemplo, RGBE, XYZE, LogLuv o, por ejemplo, la codificación RGB de 12 bits flotantes de precisión única que también se utiliza para el modo HDMI™ Deep Color. Estos datos codificados HDR más eficientes luego se transmiten utilizando el modo de transmisión para Deep Color de HDMI™.

Por ejemplo, como se ilustra en la Figura 5, una palabra de 48 bits de color profundo comprende tres componentes de 16 bits correspondientes a una muestra lineal R, G y B. La codificación de datos HDR en una representación de color lineal de este tipo tiende a ser subóptima, y en el ejemplo de la Figura 5 la palabra de 48 bits se utiliza en su lugar para proporcionar una mantisa de 8 bits para cada muestra R, G y B junto con un exponente de 8 bits. O podría

utilizarse para mantisas de 3\*12 o 3\*14 bits + exponente de 6 bits, etc.

El valor del exponente proporciona un factor de escala común para las tres mantisas, siendo el factor de escala igual a 2 a la potencia del valor del exponente menos 128. Las mantisas pueden ser lineales y pueden proporcionarse como valores de punto flotante. Una codificación RGBE de este tipo puede proporcionar una representación mucho más eficiente del amplio rango dinámico asociado con los datos HDR. De hecho, en el ejemplo, la codificación utiliza sólo 32 bits, lo que deja más ancho de banda en la interfaz, que puede utilizarse, por ejemplo, para la transmisión de formatos 3D o 4k2k.

El enfoque permite una comunicación eficiente de HDR mediante HDMI™ y, de hecho, requiere cambios mínimos en el estándar HDMI™. Se puede lograr una introducción facilitada de HDR a HDMI™ y, en particular, no se requiere hardware nuevo. Además, los equipos existentes pueden ser capaces de cambiar datos HDR, ya que pueden tratarse como datos de Deep Color.

En el ejemplo, la interfaz HDMI™ se configura en el modo Deep Color, pero con un indicador configurado para indicar que el contenido transmitido no son datos de Deep Color sino más bien datos HDR. El indicador puede proporcionarse configurando campos convenientemente reservados en un Infograma AVI (Información Auxiliar de Vídeo). Como otro ejemplo, el indicador puede proporcionarse en forma de un nuevo infograma que se define específicamente para indicar la transmisión de contenido HDR. Como otro ejemplo más, se puede utilizar el marco de información específico del proveedor HDMI™ para proporcionar la indicación.

En más detalle, la señalización en HDMI™ en base a CEA 861-D. CEA861-D define la señalización del sumidero a la fuente a través de E-EDID y de la fuente al sumidero a través de AVI-infograma. El infograma AVI proporciona señalización de fotogramas sobre muestreo de color y croma, sobreexplotación y subexplotación y relación de aspecto.

De acuerdo con algunas realizaciones, la interfaz HDMI se configura para indicar la transmisión de contenido Deep Color, pero preferentemente con una codificación de píxeles HDR en forma de, por ejemplo, RGBE (u otras representaciones HDR eficientes).

Un posible marco de información AVI ejemplar (parte de un) puede ser.

Paquete Byte #	CEA 861-D Byte #	7	6	5	4	3	2	1	0
PB0	n.a.	suma de control							
PB1	Byte 1	Rsvd (0)	Y1	Y0	Campos no relevantes para esta descripción				
PB2	Byte 2	C1	C0	Campos no relevantes para esta descripción					
PB3	Byte 3	ITC	EC2	EC1	EC0	Q1	Q0	No relevante	
PB4	Byte 4	Vídeo de códigos de identificación (VIC)							
PB5	Byte 5	YQ1	YQ0	CN1	CN0	Campos no relevantes para esta descripción			

Y1 y Y0 indican el formato de muestra del componente de color y el muestreo de croma utilizado. Para transmisión de contenido HDR, este puede ser 00 o 10 indicando RGB y YCbCr 4:4:4. Preferentemente, el valor 11 actualmente reservado se puede usar para indicar RGBE u otra representación HDR adecuada.

C1 y C0 indican la colorimetría del contenido transmitido. Para contenido HDR, esto se puede configurar en 00, lo que significa que no hay datos, o en 11 para indicar que se utiliza una colorimetría extendida, como se indica además en los bits EC0, EC1 y EC2.

ITC indica si el contenido es contenido IT y este bit se utiliza junto con CN1 y CN0 para indicar al sumidero que debe evitar cualquier operación de filtrado o reconstrucción analógica. Para contenido HDR, normalmente este bit puede configurarse.

EC2, EC1 y EC0 indican el espacio de color, colorimetría del contenido. Para HDR se puede utilizar una de las gamas

más amplias actualmente definidas. Además, los campos actualmente reservados se pueden utilizar para indicar otros espacios de color más adecuados para futuras pantallas HDR.

Q1 y Q0 indican la gama de cuantización RGB, para el contenido HDR podría utilizarse la gama completa (10) u 11 (que actualmente se reserva) para indicar que el contenido HDR se transmite en modo Deep Color. YQ1 e YQ0 indican lo mismo, pero para la cuantificación YCC. También en este caso hay dos campos reservados que podrían utilizarse para indicar el contenido HDR transmitido en modo Deep Color, como por ejemplo YCrCb de 36 bits.

CN1 y CN0 indican el tipo de contenido (Gráficos, Fotografía, Cine, Juego) para la aplicación de TI y se utilizan en combinación con el bit de TI.

Para permitir que el receptor (la pantalla) indique que admite contenido HDR, se puede implementar una extensión de la memoria descriptiva E-EDID. HDMI™ utiliza E-EDID para señalar las capacidades de visualización desde la pantalla al dispositivo de reproducción. La memoria descriptiva HDMI™, a través de un bloque de datos específico del proveedor HDMI™ en el E-EDID, ya especifica cómo indicar la compatibilidad con la transmisión en modo Deep Color. Esto se puede mejorar para incluir también la posibilidad de compatibilidad con formatos HDR como RGBE u otras codificaciones de color HDR.

Como otro ejemplo se puede incluir un indicador que señale que la pantalla soporta contenidos HDR y una lista de las codificaciones de color que puede soportar además de las ya especificadas en HDMI™ como; RGBE, XYZE, LogLuv 32, o incluso EXR.

Una versión extendida del bloque de datos específico del proveedor HDMI™ con señalización para compatibilidad con HDR puede ser, por ejemplo, la siguiente:

Byte paquete #	del	7	6	5	4	3	2	1	0
PB0		No relevante				Longitud			
PB1		Identificador de registro IEEE de 24 bits							
PB2									
PB3									
PB4		No relevante							
PB5									
PB6		No relevante							
PB7									
PB8		No relevante			HDMI_HDR_present				
PB9-15		No relevante							
PB16		HDR_color_encoding			Reservado				
PB (longitud)									

donde "HDMI\_HDR\_present" indica que la pantalla admite contenido HDR y "codificación de color HDR" indica cualquier codificación de color adicional admitida.

Como otro ejemplo, el enfoque puede utilizarse para una interfaz DisplayPort. Por ejemplo, se puede utilizar un enfoque similar al descrito para HDMI con los datos de imagen de un flujo de contenido principal que contiene datos LDR, datos HDR o incluso ambos. Se puede proporcionar un indicador para indicar el tipo de datos de imagen en el flujo de contenido. Los datos de control y configuración (incluido, en particular, el indicador) pueden proporcionarse en Paquetes de Datos Secundarios y, en particular, pueden proporcionarse utilizando CEA 861 InfoFrames como se describe para HDMI. Además, el canal AUX puede utilizarse para intercambiar información de control. En particular, la capacidad de la pantalla para manejar datos HDR se puede comunicar utilizando el canal AUX.

Como otro ejemplo más, el enfoque puede utilizarse para sistemas Blu-ray Disc™.

Se apreciará que el sistema descrito puede utilizarse con muchos tipos diferentes de creación, suministro y consumo de contenido, incluidos, por ejemplo, sistemas de consumo.

La Figura 6 muestra esquemáticamente un ejemplo de algunos de los aparatos que pueden estar presentes en el lado de creación (transmisión) para utilizarse para crear una buena señal de descripción de color. En el ejemplo, los aparatos están integrados con una cámara de película de celuloide clásica (tenga en cuenta que la representación digital de la escena solo se podrá vincular completamente [en cuanto a los valores de píxeles de las grabaciones analógicas versus digitales] a la imagen de celuloide realmente capturada si se incorporan modelos de calibración del material de la película para mapear ambos (sin embargo, el desarrollo sigue siendo una variable desconocida con la que se puede jugar de forma complementaria), pero incluso sin ellos, la grabación digital aún puede proporcionar información secundaria muy valiosa, por ejemplo, si es geoméricamente co-registrado con la ventana de vista capturada de celuloide, se pueden definir regiones y, aparte de los valores de grano desarrollados capturados con celuloide, se pueden codificar, por ejemplo, valores lineales de vista de escena real a través de la captura digital), porque la persona experta entenderá cómo transponer estos componentes a la sala de un clasificador de color, o un transcodificador que hace lo mismo, por ejemplo, para una vieja película de Laurel y Hardy.

La Figura 6 muestra unida a la cámara 601, una pantalla digital 603 (que, por ejemplo, recibe una alimentación de un CCD registrado conjuntamente con la lente de la cámara). Sin embargo, la conexión 604 no necesita ser fija, sino que también puede ser un transmisor para varias pantallas separadas (por ejemplo, una para el operador de cámara y otra en la pila de visión general del director). En la pantalla 603, el operador de cámara o el director de fotografía pueden dibujar, por ejemplo, una región 650 que saben que han calibrado con su iluminación escénica como una parte oscura de la imagen, lo que puede hacerse, por ejemplo, con un lápiz óptico 608 u otros medios de entrada de interfaz de usuario [mostramos sólo un ejemplo, porque creemos que la persona experta puede entender bien qué tipos de sistema permiten a un usuario dar retroalimentación sobre una imagen mostrada]. La pantalla 603 puede almacenar información agregada en una memoria 606 (por ejemplo, una tarjeta de memoria extraíble) o comunicarse a través de un sistema de transmisión 605. También puede recibir más información de un dispositivo de análisis de la escena in situ 620 (que puede ser simplemente un medidor de luz o incluso un espectrómetro de muestreo espacial), a través de su sistema de transmisión 621, que también puede transmitir al lugar de acumulación final de datos (es decir, 640). Además, los medidores en escena 630 (es decir, medidores de iluminación local para medir cómo se iluminan las caras de los actores, especialmente cuando hay una iluminación muy variable; sistemas de esfera que observan la distribución de la iluminación circundante; etc.) pueden transmitir sus datos a cualquier parte del sistema a través de su sistema de transmisión 631. La pantalla receptora puede entonces intentar reproducir la luz en su brillo original, o al menos una fracción (o función) del mismo, típicamente de acuerdo con algún modelo psicovisual para crear una apariencia similar o una apariencia artística, etc. Todos los datos se acumulan en un aparato de acumulación de datos 640 con memoria incorporada, típicamente una computadora (con sistema de transmisión 641).

Por lo tanto, el sistema ilustrado en la Figura 6 puede utilizarse, por ejemplo, por un operador para generar una imagen LDR mediante gradación de color/mapeo de tonos manual (y también se puede componer una imagen HDR, o al menos una mirada parcial de la misma). La imagen LDR resultante se puede codificar y representar en la primera imagen de píxeles. El sistema puede además determinar automáticamente parámetros para generar la imagen HDR. Alternativamente, el operador también puede usar el sistema de la Figura 6 para generar los datos de extensión HDR, por ejemplo, mediante un procedimiento semiautomático.

La Figura 7 muestra un sistema ejemplar de decodificación y visualización de imágenes en el lado receptor, por ejemplo, en la sala de estar de un consumidor (el experto entenderá cómo se verá un sistema similar de acuerdo con los principios de nuestra invención, por ejemplo, en una sala de cine digital). Una realización del aparato 701 de procesamiento de imágenes en color es un descodificador (que puede corresponder al dispositivo 103 de procesamiento de contenidos de la Figura 1) con lector de Blu-ray incorporado (pero también puede ser, por ejemplo, un ordenador portátil, o un dispositivo portátil como un teléfono móvil, etc.), es decir, el aparato 701 puede ser tan pequeño como una tarjeta enchufable [siempre que sea capaz de leer las especificaciones del régimen, y permitir el procesamiento del color con ella] o tan grande como un estudio profesional de transcodificación cinematográfica) es capaz de recibir un Blu-ray 702 con toda la señal de imagen de extensión LDR/HDR codificada en él, es decir, tanto la primera imagen con el LDR como la segunda imagen con los datos de extensión HDR incluidos.

El aparato puede, por ejemplo, recibir las señales a través de una primera conexión 703 a, por ejemplo, un cable de transmisión de señales de televisión (o antena, o entrada para fotos digitales en una tarjeta de memoria, etc.; señal de imagen también puede significar, por ejemplo, una señal codificada estándar de televisión, o un archivo de imagen en bruto, etc.) 704 que transporta las señales de entrada (típicamente codificadas por compresión). En algunas realizaciones, las dos imágenes podrían proporcionarse a través de dos vías, por ejemplo, los datos de descripción HDR podrían llegar por otro medio a través de un segundo conector 704, por ejemplo, conectado a Internet 705.

El aparato 701 tiene un IC que tiene al menos un extractor 711 dispuesto para extraer los datos y generarlos directamente o convertirlos a nuevos valores más adecuados para realizar un procesamiento de imágenes controlado mediante una unidad de procesamiento de imágenes 712. Esta modalidad puede ser tan sencilla como aplicar



únicamente algunas transformaciones de reproducción tonal a los píxeles correspondientes al régimen especial que se va a renderizar, o tener algoritmos complejos, por ejemplo, los que suelen corresponder a cualquiera de los algoritmos que se pueden aplicar en la parte de creación, por ejemplo, un algoritmo/unidad de segmentación y/o seguimiento.

El reproductor 701 puede emitir su imagen de salida de renderización mejorada prevista IR' a la pantalla/televisor a través de un cable de vídeo 720 (por ejemplo, HDMI), pero dado que el televisor puede realizar (o se le puede solicitar que realice) un procesamiento adicional (en su IC 731 de análisis y/o procesamiento de imágenes), puede existir una segunda conexión (por cable o inalámbrica) 721 para las señales de control CS (que pueden comprender cualquier dato de la señal y/o datos de control derivados de la misma). Normalmente, estas señales de control adicionales se pueden agregar a través del cable de video, actualizando, por ejemplo, el protocolo HDMI (inalámbrico). El aparato 723 también puede enviar señales de color a través de la conexión 723 a una segunda pantalla de color ambiental 740, que también puede obtener las señales de entrada de color de reproducción deseadas a través de la pantalla 730. La pantalla ejemplar tiene retroiluminación LED 732, ideal para renderizado HDR. Pueden estar presentes dispositivos de medición del entorno como el dispositivo de medición 780, por ejemplo, una cámara barata que puede comprobar el entorno del televisor, las luces de la habitación, los reflejos en la placa frontal del televisor, la visibilidad de las escalas de grises de calibración, etc., y pueden comunicar esta información al aparato 701 y/o al visualizador 730.

Los componentes algorítmicos divulgados en este texto pueden (total o parcialmente) realizarse en la práctica como hardware (por ejemplo, partes de un CI de aplicación específica) o como software que se ejecuta en un procesador de señales digitales especial, o en un procesador genérico, etc.

Debe ser comprensible para el experto de nuestra presentación qué componentes pueden ser mejoras opcionales y pueden realizarse en combinación con otros componentes, y cómo las etapas (opcionales) de los procedimientos corresponden a los medios respectivos de los aparatos, y viceversa. La palabra "aparato" en esta solicitud se utiliza en su sentido más amplio, es decir, un grupo de medios que permiten la realización de un objetivo particular, y puede, por lo tanto, por ejemplo, ser (una pequeña parte de) un CI, o un aparato dedicado (como un aparato con pantalla), o parte de un sistema en red, etc. "Disposición" también se utiliza en el sentido más amplio, por lo que puede comprender, entre otras cosas, un único aparato, una parte de un aparato, una colección de (partes de) aparatos que cooperan, etc.

Debe entenderse que la denotación de producto de programa de ordenador abarca cualquier realización física de una colección de órdenes que permita a un procesador genérico o de propósito especial, tras una serie de pasos de carga (que pueden incluir pasos intermedios de conversión, como la traducción a un lenguaje intermedio, y un lenguaje de procesador final) introducir las órdenes en el procesador, y ejecutar cualquiera de las funciones características de una invención. En particular, el producto de programa informático puede realizarse como datos en un soporte como, por ejemplo, un disco o una cinta, datos presentes en una memoria, datos que viajan a través de una conexión de red - cableada o inalámbrica-, o código de programa en papel. Además del código del programa, los datos característicos requeridos para el programa también pueden incorporarse como un producto de programa informático. Algunos de los pasos necesarios para el funcionamiento del procedimiento pueden estar ya presentes en la funcionalidad del procesador en lugar de estar descritos en el producto del programa informático, como los pasos de entrada y salida de datos.

Se apreciará que la descripción anterior para mayor claridad ha descrito las realizaciones de la invención con referencia a diferentes circuitos funcionales, unidades y procesadores. Sin embargo, será evidente que cualquier distribución adecuada de la funcionalidad entre diferentes circuitos funcionales, unidades o procesadores puede utilizarse sin restar importancia a la invención. Por ejemplo, la funcionalidad ilustrada para realizarse por procesadores o controladores separados puede realizarse por el mismo procesador o controladores. Por lo tanto, las referencias a unidades o circuitos funcionales específicos solo deben considerarse como referencias a medios adecuados para proporcionar la funcionalidad descrita más bien de indicativo de una estructura u organización lógica o física estricta.

La invención puede implementarse en cualquier forma adecuada que incluya hardware, software, firmware o cualquier combinación de estos. La invención puede implementarse opcionalmente al menos en parte como software informático que se ejecuta en uno o más procesadores de datos y/o procesadores de señales digitales. Los elementos y componentes de una realización de la invención pueden implementarse física, funcional y lógicamente de cualquier manera adecuada. De hecho, la funcionalidad puede implementarse en una sola unidad, en una pluralidad de unidades o como parte de otras unidades funcionales. Como tal, la invención puede implementarse en una sola unidad o puede distribuirse física y funcionalmente entre diferentes unidades, circuitos y procesadores.

Aunque la presente invención se ha descrito en relación con algunas realizaciones, no se destina a limitarse a la forma específica establecida en la presente memoria. Más bien, el ámbito de la presente invención sólo se limita por las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque una característica puede parecer descrita en relación con realizaciones particulares, un experto en la técnica reconocerá que varias características de las realizaciones descritas pueden combinarse de acuerdo con la invención. En las reivindicaciones, el término que comprende no excluye la presencia de otros elementos o pasos.

Además, aunque se enumeran individualmente, una pluralidad de medios, elementos, circuitos o pasos del procedimiento puede implementarse, por ejemplo, un solo circuito, unidad o procesador. Además, aunque las características individuales pueden incluirse en diferentes reivindicaciones, estas pueden combinarse ventajosamente, y la inclusión en diferentes reivindicaciones no implica que una combinación de características no sea factible y/o ventajosa. También la inclusión de una característica en una categoría de notificaciones no implica una limitación a esta categoría, pero más bien indica que la característica es igualmente aplicable a otras categorías de notificaciones según corresponda. Además, el orden de las características en las reivindicaciones no implica ningún orden específico en el que deban trabajarse las características y, en particular, el orden de los pasos individuales en una reivindicación del procedimiento no implica que los pasos deban realizarse en este orden. Más bien, las etapas pueden realizarse en cualquier orden adecuado. Además, las referencias singulares no excluyen una pluralidad. Por lo tanto, las referencias a "un", "una", "primero", "segundo", etc. no excluyen una pluralidad. Los signos de referencia en las reivindicaciones se proporcionan simplemente como un ejemplo esclarecedor no se interpretarán como limitantes en modo alguno al ámbito de las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato para generar una señal de imagen en la que los píxeles se codifican en palabras de N bits, codificando al menos una luma por píxel, comprendiendo el aparato:
  - un receptor (201) para obtener valores de píxeles de alto rango dinámico de acuerdo con una primera representación de color en palabras de M bits;
  - un primer generador (203) para incluir los valores de píxel de alto rango dinámico en la señal de imagen en las palabras de N bits de acuerdo con una segunda representación del color; y
  - un segundo generador (205) para incluir en la señal de imagen un indicador de una codificación HDR mediante la cual se codifican los valores de píxel de alto rango dinámico, caracterizado porque el indicador es una luminancia a la que se pretende representar un código de luma máximo.
2. El aparato de la reivindicación 1 en el que la primera representación de color es diferente de la segunda representación de color.
3. El aparato de la reivindicación 2 comprende además una unidad de transformación (301) para transformar los valores de píxel de alto rango dinámico de la primera representación de color a la segunda representación de color.
4. El aparato de la reivindicación 2 o 3, en el que la transformación comprende una compresión de palabras de M bits en palabras de N bits, donde M es mayor que N.
5. El aparato de la reivindicación 4, en el que la compresión comprende utilizar un esquema de cuantización diferente para los valores de píxel de acuerdo con la segunda representación de color que para los valores de píxel de acuerdo con la primera representación de color.
6. El aparato de la reivindicación 1 en el que la primera representación de color es la misma que la segunda representación de color.
7. El aparato de la reivindicación 1, en el que el indicador comprende información sobre cómo se distribuyen exactamente todos los valores de luma o color a lo largo de la gama de colores codificables en la representación de M bits a lo largo de la gama codificable de la señal de N bits.
8. El aparato de la reivindicación 1, en el que el segundo generador (201) se dispone para incluir el indicador en un InfoFrame de Información Auxiliar de Vídeo.
9. Un procedimiento para generar una señal de imagen en la que los píxeles se codifican en palabras de N bits, codificando al menos una luma por píxel, comprendiendo el procedimiento los pasos:
  - obtener valores de píxeles de alto rango dinámico de acuerdo con una primera representación del color en palabras de M bits;
  - incluir los valores de los píxeles de alto rango dinámico en la señal de imagen en las palabras de N bits de acuerdo con una segunda representación del color; y
  - incluir en la señal de imagen un indicador de una codificación HDR mediante la cual se codifican los valores de píxel de alto rango dinámico, caracterizado porque el indicador es una luminancia a la que se pretende representar un código de luma máximo.
10. Una señal de imagen en la que los píxeles se codifican en palabras de N bits, codificando al menos un luma por píxel, la señal de imagen que comprende valores de píxel de alto rango dinámico en la señal de imagen en las palabras de N bits de acuerdo con una representación de color, y un indicador de una codificación HDR por la que se codifican los valores de píxel de alto rango dinámico, caracterizado porque el indicador es una luminancia a la que se pretende renderizar un código de luma máximo.

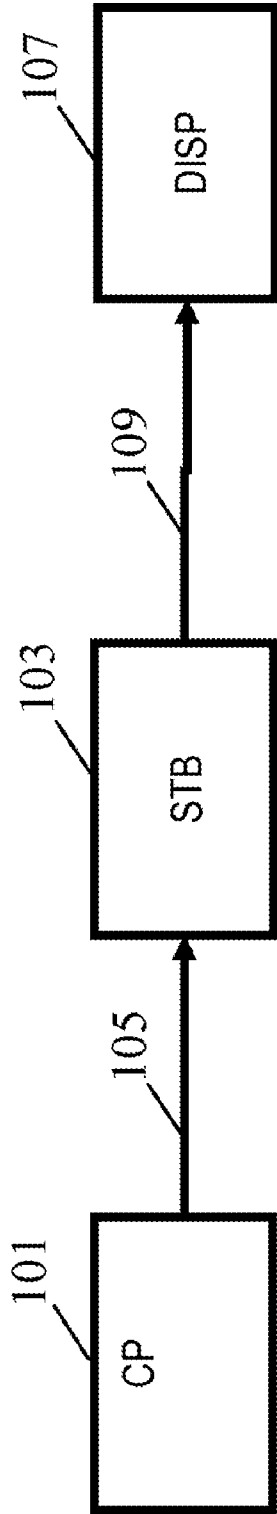


FIGURA 1

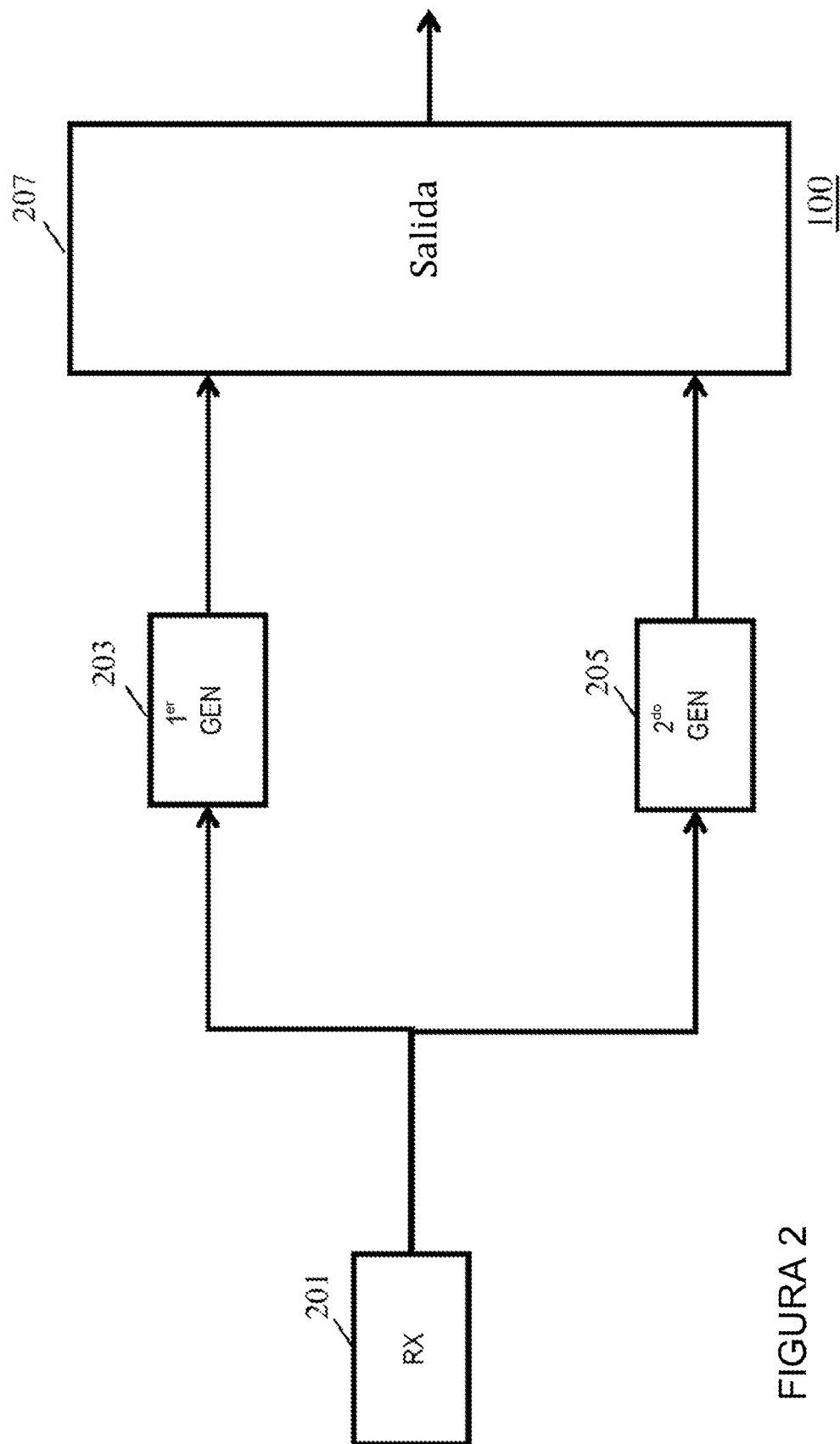


FIGURA 2

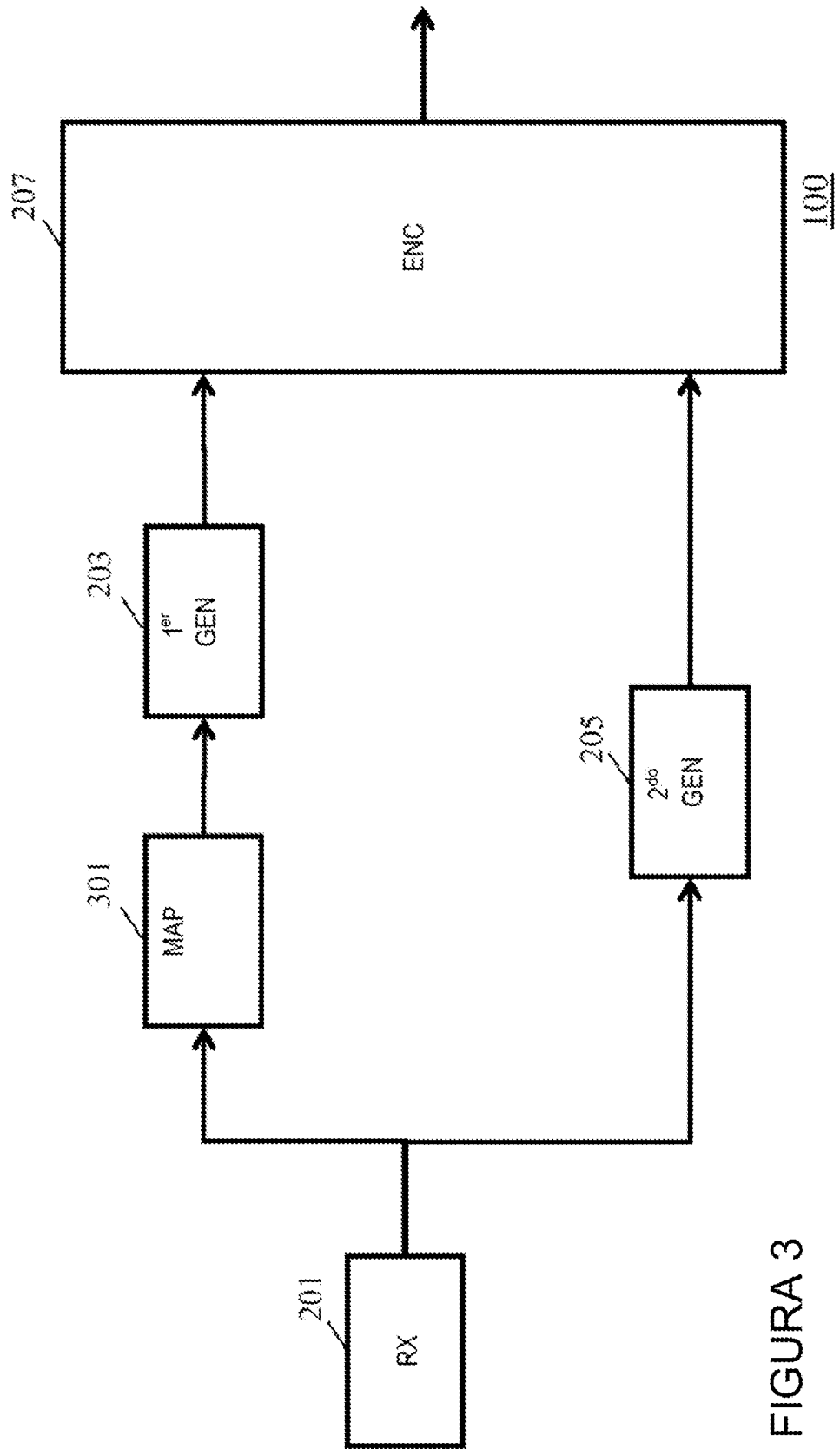


FIGURA 3

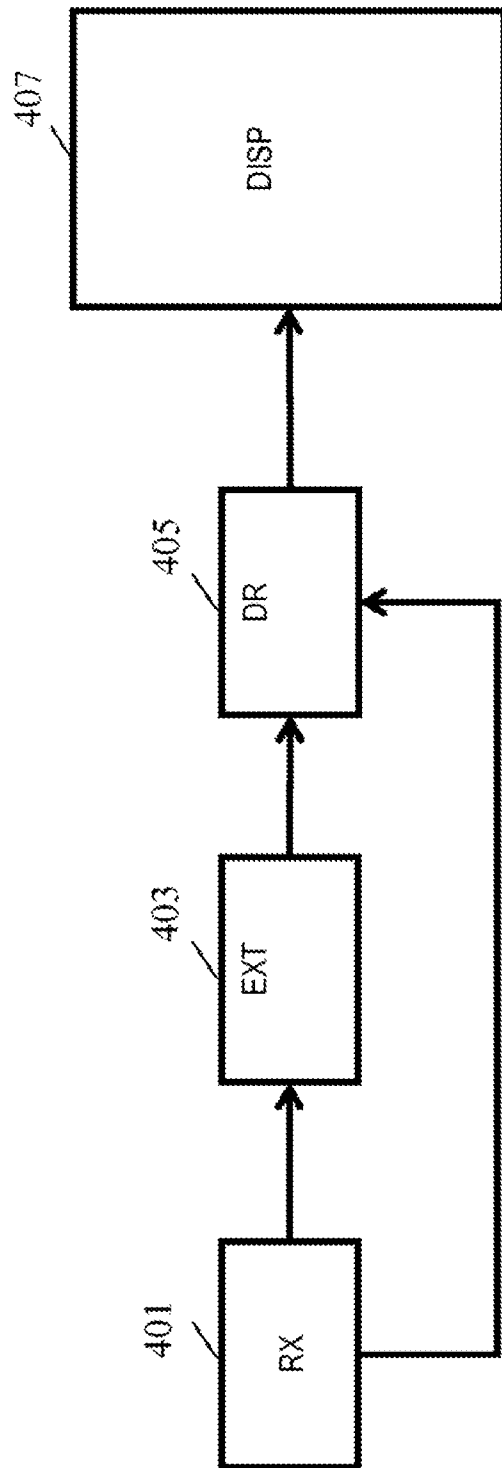


FIGURA 4

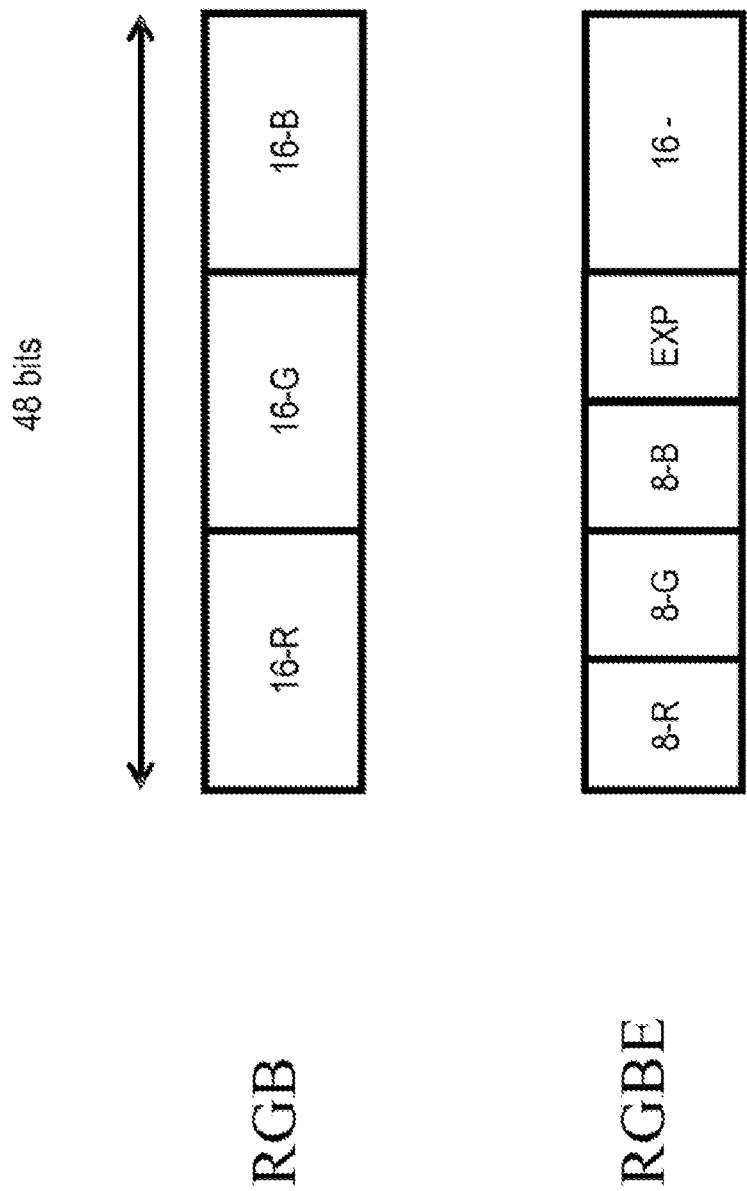


FIGURA 5



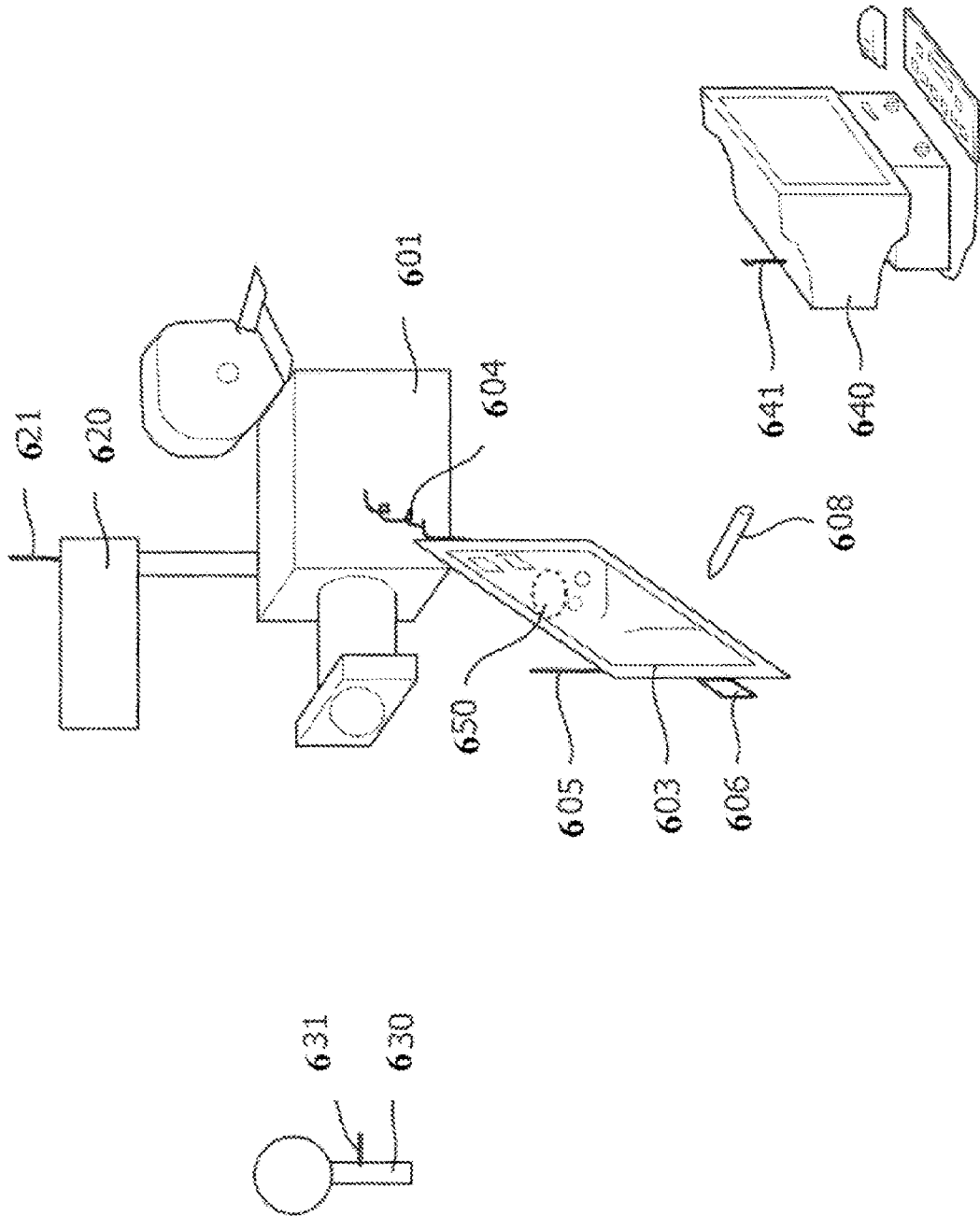


FIGURA 6

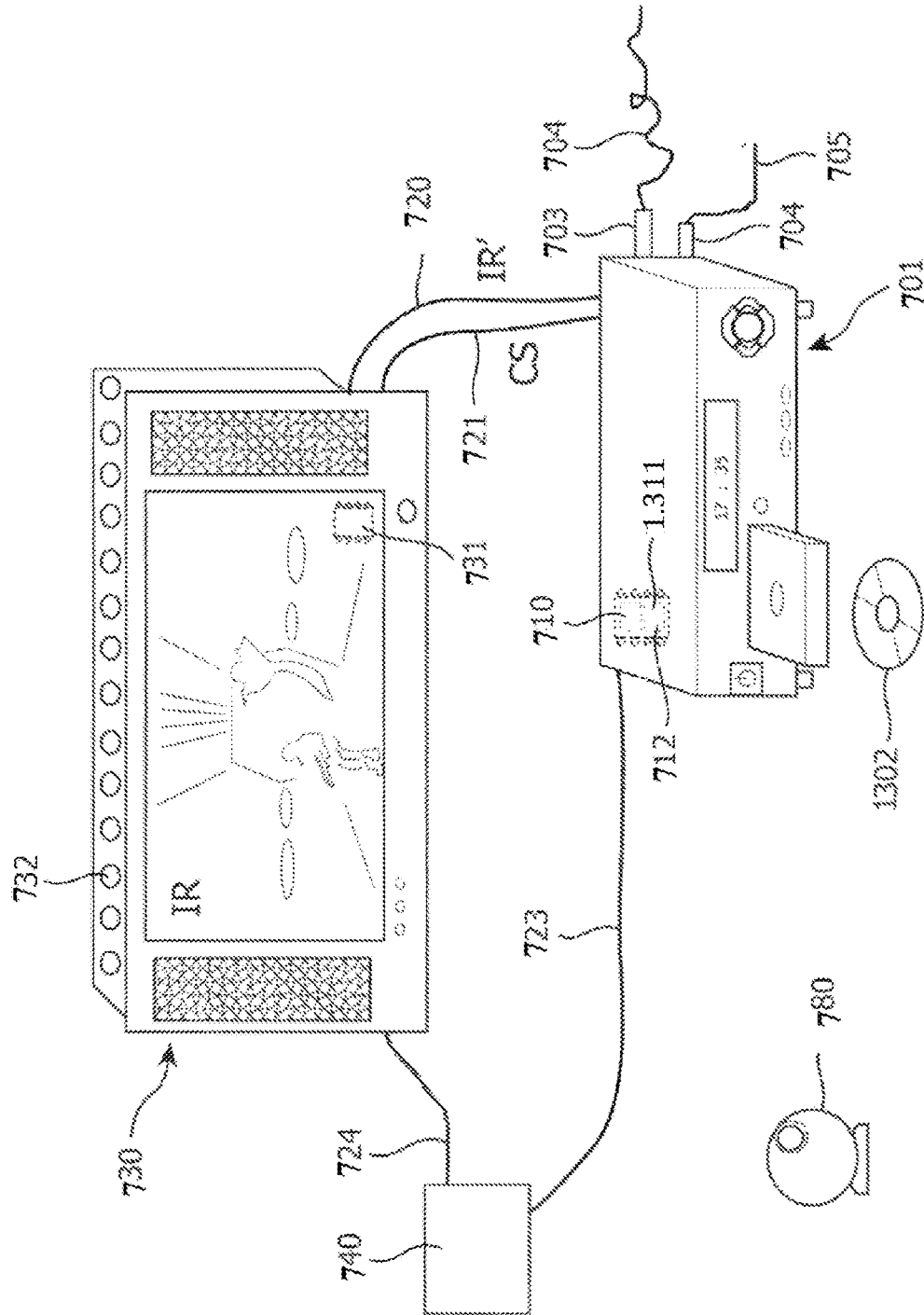


FIGURE 7