

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 213**

51 Int. Cl.:

H04N 19/98 (2014.01)

H04N 19/503 (2014.01)

H04N 19/124 (2014.01)

H04N 19/136 (2014.01)

H04N 19/172 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.10.2011 PCT/EP2011/067840**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2012 WO12052338**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2011 E 11767737 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 2630794**

54 Título: **Codificación de vídeo mediante el uso de mapeo de rango dinámico temporalmente coherente**

30 Prioridad:

20.05.2011 EP 11166909

19.10.2010 US 394405 P

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

11.04.2018

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)**

**Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**GARBAS, JENS-UWE y
THOMA, HERBERT**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 663 213 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

Codificación de vídeo mediante el uso de mapeo de rango dinámico temporalmente coherente

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0001] La presente solicitud se refiere a la codificación de vídeo para su uso, por ejemplo, con secuencias de Rango Dinámico Elevado (HDR, según sus siglas en inglés).

10 **[0002]** Hasta ahora, la mayoría de las aplicaciones de codificación de imágenes y vídeo sólo puede cubrir un rango de luminancia de alrededor de 2 órdenes de magnitud (rango dinámico bajo (LDR, según sus siglas en inglés)) [1]. Sin embargo, el sistema visual humano (HVS, según sus siglas en inglés), nos permite adaptarnos a las condiciones de luz que pueden cubrir una gama de más de diez órdenes de magnitud y percibir alrededor de cinco órdenes de magnitud al mismo tiempo [2]. Con un creciente número de aplicaciones que pueden beneficiarse de una
15 representación de la totalidad de luminancia HDR (por ejemplo, CGI, producciones de efectos especiales, pantallas HDR), habrá una creciente demanda en los procedimientos de codificación de vídeo HDR. El uso de un procedimiento de codificación estándar, como H.264/AVC, permitirá una transición sin corte de señal de codificación de vídeo LDR hacia HDR sin mucho esfuerzo adicional. Tenga en cuenta que el término HDR se refiere a la representación de los valores de luminancia real en todo este trabajo y no a una representación de LDR de mapa de
20 tonos, la cual a veces se denomina HDRI.

[0003] Debido a que la representación más natural de los datos HDR, números de punto flotante, no tiene como resultado una buena compresión y también es costosa de manejar, varios autores propusieron un mapeo adecuado de los valores de luminancia de punto flotante a valores enteros de luminancia [3, 4, 5, 6]. Estos mapeos
25 de luminancia a brillo tienen en común que la pérdida asociada de precisión es inferior a la tolerancia del HVS y por lo tanto no se percibe distorsión. Asimismo, tienen en común que aplican una conversión de los datos de imagen HDR al espacio de color ClelUV [1] antes de continuar con el procesamiento. Es decir, los datos se representan mediante un componente de luminancia Y, y los componentes de cromaticidad (u', v'). La ventaja de la representación del color (u', v') es que es perceptualmente uniforme. Es decir, las compensaciones iguales en esta
30 representación representan la igualdad de las diferencias de color de percepción y por lo tanto se pueden asignar linealmente a valores enteros con una profundidad de bits de, por ejemplo, 8 bits. Tal mapeo del intervalo perceptible (u', v') [0, 0.62] para valores enteros en el rango [0, 255] introduce un error máximo de cuantificación absoluta de 0,00172, que está muy por debajo del umbral visible.

35 **[0004]** Dado que el HVS obedece a la ley de Weber–Fechner, para un rango de luminancia grande, en la mayoría de los trabajos se lleva a cabo un mapeo logarítmico de la luminancia Y a los valores de código de brillo [3, 5, 6]. Esto resulta en un error de cuantificación relativa constante que conduce a una representación perceptualmente uniforme de la luminancia. Por ejemplo, en [3] Larson propuso el siguiente mapeo de luminancia a brillo (transformada LogLuv):
40

$$L_{15} = \lfloor 256(\log_2(Y) + 64) \rfloor; \quad Y = 2^{\frac{L_{15} + 0.5}{256} - 64}$$

[0005] Asigna las luminancias de valor real en el intervalo $[5,44 \times 10^{-20}, 1,84 \times 10^{19}]$ a valores enteros de brillo de 15 bits en el rango $[0, 2^{15} - 1]$, y viceversa. Es decir, aproximadamente 38 órdenes de magnitud de
45 luminancia se representan con un tamaño de paso relativo de 0,27%. Esto está muy por debajo del umbral de cuantificación visible de alrededor del 1% [1].

[0006] Sin embargo, el rango dinámico cubierto por tal mapeo está mucho más allá del rango de lo que el HVS puede percibir simultáneamente. Además, no existen datos de la imagen natural que extiende dichos rangos
50 dinámicos altos. Mientras que para la compresión de imágenes de datos sin pérdidas que pueden someterse a pasos de procesamiento de imágenes posteriores, este rango y fidelidad extremadamente altos podrían ser útiles, para la codificación de vídeo con pérdidas que está destinada a ser vista por observadores humanos, no lo es. En consecuencia, no hay necesidad de reservar bits para representar los valores de luminancia que no son perceptibles o que no se producen en la imagen de origen o cuadro de vídeo. Dado que esto degradaría la eficacia de
55 compresión, por ejemplo, en la codificación de imagen fija de HDR con la biblioteca TIFF [3], un factor de escala se puede utilizar para ajustar a escala la imagen de origen en un rango apropiado antes de la transformada LogLuv. En una estrategia similar LogLuv [6], el ajuste a escala ha sido aplicado a cada cuadro individual de una secuencia de

vídeo con el fin de explotar todo el rango de valores posibles de código de brillo de una profundidad determinada de bits.

[0007] Sin embargo, al igual que muchos procedimientos de codificación de vídeo HDR, esta última es sólo una extensión directa de la codificación de imagen HDR a cuadros de vídeo individuales. Por lo tanto, la estrategia carece de algunos aspectos específicos de vídeo lo que degrada de forma significativa la eficacia de compresión. Más notablemente, el mapeo de los valores de luminancia de cuadros sucesivos a valores de códigos distintos, con un ajuste a escala individual perjudica significativamente la coherencia temporal de la secuencia. En consecuencia, la predicción compensada de movimiento temporal en el codificador de vídeo H.264/AVC en su mayoría falla.

[0008] Naturalmente, esto también es válido para otros codificadores de predicción temporal y también para los valores de la muestra que no sean los valores de luminancia.

[0009] AJIT MOTRA ET AL, "An adaptive LogLuv transform for High Dynamic Range video compression", IMAGE PROCESSING (ICIP), 2010 17TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, (20100926), ISBN 978-1-4244-7992-4, páginas 2061 - 2064, sugiere mediante el uso de un códec de vídeo LDR que soporta predicción temporal ponderada con el fin de transportar información de vídeo HDR. El códec de vídeo LDR forma un impedimento en la transmisión de la información HDR. Con el fin de evitar la pérdida de información, una transformada LogLuv se utiliza con el fin de "comprimir" el rango dinámico del vídeo HDR frente de la codificación LDR, con la "expansión" entonces del rango dinámico de vídeo LDR reconstruido de nuevo. La transformada está dirigida por información lateral que tiene que ser transmitida además de los flujos de datos de vídeo LDR normal.

[0010] El documento EP 1 936 994 A2 describe una forma de definir de forma eficaz los parámetros de ponderación para predicciones temporales ponderadas.

[0011] Por lo tanto, un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un concepto de codificación que permita un uso conjunto más eficaz del mapeo de rango dinámico, por un lado y la predicción temporal por otro lado.

[0012] Este objetivo se logra por el tema de las reivindicaciones independientes.

[0013] Una idea básica que subyace la presente invención es que un uso conjunto más eficaz del mapeo de rango dinámico, por un lado y la predicción temporal por otro lado, tal como, por ejemplo, con el fin de codificar las secuencias de cuadro de HDR, se puede lograr explotando el concepto de predicción ponderada con el fin de cambiar el parámetro del mapeo desde el cuadro de referencia hacia el cuadro previsto actualmente temporal. Con esta medida, la predicción temporal no falla y a pesar de la variación de cuadros por cuadros en el mapeo de rango dinámico, la eficacia de la codificación, por lo tanto, se mantiene. Como un aspecto secundario favorable, la predicción ponderada temporal ya está dentro de las capacidades de las etapas de codificación de vídeo existentes, tales como, por ejemplo, el H.264/AVC.

[0014] Las realizaciones preferidas de la presente invención se describirán con más detalle a continuación. En particular,

la Fig. 1 muestra un diagrama de bloques de un codificador de vídeo según una realización;
 la Fig. 2 muestra un diagrama de bloques de una etapa de codificación de vídeo de la Fig. 1 según una realización;
 la Fig. 3 muestra un diagrama de bloques de un decodificador de vídeo según una realización;
 la Fig. 4 muestra un diagrama de bloques de una etapa de decodificación de vídeo según una realización;
 la Fig. 5 muestra un diagrama esquemático que ilustra una porción de una corriente de datos generada por el codificador de vídeo de la Fig. 1 y decodificada por el decodificador de vídeo de la Fig. 3, según una realización;
 la Fig. 6 muestra un gráfico con un ejemplo de adaptación de mapeo logarítmico de luminancia a brillo con distintos rangos para distintos cuadros, y
 las Figs. 7a -7f muestran los resultados de codificación de tres casos, es decir, mediante el mapeo temporal coherente según la realización descrita con respecto a las figuras, utilizando la adaptación por cuadros sin obedecer a la coherencia temporal, y utilizando el mapeo constante, para piezas de vídeo distintas (izquierda, centro, derecha), y utilizando distintas medidas para las degradaciones de calidad (fila superior e inferior).

[0015] Antes de describir con más detalle a continuación las realizaciones de la presente invención con respecto a las figuras, cabe señalar que los elementos iguales que ocurren dentro de elementos distintos de estas

figuras se indican con signos de igual referencia, y, en consecuencia, una descripción de estos elementos respecto a una figura también es aplicable con respecto a otra figura, siempre y cuando los detalles específicos descritos con respecto a esta última no divulguen lo contrario.

5 **[0016]** La Fig. 1 muestra un codificador de vídeo 10 según una realización de la presente invención. El codificador de vídeo 10 está configurado para codificar una primera secuencia 12 de cuadros 14 cuyos valores de muestra 16 están representados en un primer formato que abarca un primer rango dinámico. Por ejemplo, la secuencia de cuadros 12 puede ser un vídeo tal como un vídeo HDR, y los valores de muestra 16 pueden representar un muestreo espacial de la distribución de la luminancia de los cuadros individuales 14. El primer
10 formato en el que los valores de muestra 16 están representados puede ser un formato de punto flotante. A continuación se describirán ejemplos detallados. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el tipo de información espacial muestreada por los valores de muestra 16 no se limita a la luminancia. Por el contrario, otros tipos de información podrían ser objeto de los valores de muestra 16. Por ejemplo, los cuadros 14 podrían representar mapas de profundidad, y por lo tanto, la secuencia 12 podría representar un muestreo temporal de un mapa de profundidad
15 de una determinada escena o similar.

[0017] El codificador de vídeo 10 comprende un conversor de valores de muestra 18, una etapa de codificación de vídeo 20 y un regulador de parámetros 22. El conversor de valor de muestra 18 y la etapa de codificación de vídeo 20 están conectados entre una entrada 24 y una salida 26 del codificador de vídeo 10 en el
20 que la entrada 24 está configurada para recibir una secuencia de cuadros 12 mientras que la salida 26 es para emitir la corriente de los datos resultante de la secuencia de codificación 12 por el codificador de vídeo 10. El regulador de parámetros 22 tiene una entrada conectada a la entrada 24 y salidas conectadas a las entradas de los parámetros del conversor de valor de muestra 18 y la etapa de codificación de vídeo 20, respectivamente. Según lo indicado por una línea discontinua 28, el regulador de parámetros 22 también puede emitir información lateral que contribuye a la
25 corriente de datos 26 como se describe más detalladamente a continuación.

[0018] El conversor de valor de muestra 18 está configurado para convertir los valores de muestra 16 de los cuadros 14 de la primera secuencia 12 desde el primer formato de 12 por primera vez en un segundo formato que tiene un segundo rango dinámico más bajo que el primer rango dinámico. Por lo tanto, el conversor de valor de muestra 18 envía a la etapa de codificación de vídeo 20 una segunda secuencia 30 de cuadros 32, que corresponde
30 completamente a la secuencia 12, excepto para los valores de muestra 6 que han sido convertidos desde el primer formato en el segundo formato. En consecuencia, cada cuadro 32 corresponde a un cuadro respectivo 14 de la secuencia 12, con los cuadros 32 ubicados dentro de la secuencia 30 en el mismo orden que los cuadros 14 correspondientes dentro de la secuencia 12.
35

[0019] El segundo formato puede ser, por ejemplo, un formato de número entero en el que, por ejemplo, los valores de muestra 34 de los cuadros 32 están representados, por ejemplo, en la forma codificada PCM que utiliza un código binario. Por ejemplo, los valores de muestra 34, pueden estar representados por n bits con n, por ejemplo, igual a 8, 9 ó 10. En el caso de ocho bits, por ejemplo, el segundo formato, por lo tanto, sólo abarcaría un rango de
40 valores de muestra de alrededor de dos órdenes de magnitud ($10^2 \approx 2^8$), y en el caso de diez bits, por ejemplo, el segundo formato, por lo tanto, sólo abarcaría un rango de valores de muestra de alrededor de tres órdenes de magnitud ($10^3 \approx 2^{10}$). En comparación con éste, el primer formato a través del cual los valores de muestra 16 están representados, abarca un rango más amplio, o incluso mucho más dinámico. Como se ha mencionado anteriormente, y según las realizaciones más detalladas que se describen a continuación, el primer formato puede
45 ser un formato de punto flotante. Sin embargo, cabe señalar que el primer formato también podría ser un formato de entero con el uso, sin embargo, de más bits que el segundo formato.

[0020] Con el fin de convertir los valores de muestra de los cuadros 14 de la primera secuencia 12 desde el primer formato en el segundo formato, el convertidor de valor de muestra 18 utiliza una función de mapeo 36 que
50 asigna una porción 38 del primer rango dinámico 40 hacia el segundo rango dinámico 42. En particular, el convertidor de valor de muestra 18 está configurado de tal manera que la porción 38 que la función de mapeo 36 asigna al rango dinámico 42, correspondiente al segundo formato, se puede establecer por un parámetro de mapeo 44, que es fijado por el regulador de parámetros 22 como se indicará en mayor detalle más adelante, en una base por cuadros. En las realizaciones específicas descritas en mayor detalle a continuación, la función de mapeo 36
55 representa una función de mapeo lineal entre el primer rango dinámico 40 en el dominio logarítmico y el segundo rango dinámico en el dominio lineal. Sin embargo también se pueden utilizar otras funciones estrictamente monótonas en lugar de este tipo de función. Como se apreciará más claramente a partir de la siguiente descripción, la porción 38 está fijada por el regulador de parámetros 22 en una base por cuadros a fin de capturar sustancialmente toda la información contenida dentro del cuadro respectivo 14 en el primer formato. En resumen, el

regulador de parámetros 22 intenta ubicar y dimensionar – o ajustar a escala – la porción 38 dentro del primer rango dinámico 40 de tal modo que todas las muestras perceptiblemente relevantes dentro del cuadro respectivo 14 tengan su valor de muestra 16 dentro de dicha porción 38 a fin de que todos estos valores de muestra estén correctamente asignados – sin estar sujetos – al segundo rango dinámico del segundo formato 42. Una distribución
 5 ejemplar 44 de valores de muestra 16 dentro de un cuadro actual se muestra a modo de ejemplo en la Fig. 1. En el ejemplo de la Fig. 1, esta distribución está contenida completamente dentro de la porción 38. Como se describe en mayor detalle a continuación, la distribución 44 sólo puede representar la distribución de los valores de muestra 16, dentro de una cierta parte del cuadro 14 tal como una porción central del mismo, ya que dicha porción central es más probable que contenga la porción más importante en la escena de un contenido de vídeo.

10

[0021] Como es obviamente claro, la distribución de los valores de muestra 16 dentro del primer rango dinámico 40 puede cambiar de cuadro a cuadro, y en consecuencia, la Fig. 1 muestra con líneas de puntos 46 una distribución ejemplar de otro cuadro 14 dentro de la secuencia 12. Como se muestra a modo de ejemplo en la Fig. 1, esta distribución 46, por ejemplo, puede ser desplazada en relación con y/o ser más estrecha que la distribución 44
 15 del cuadro actual. En consecuencia, el regulador de parámetros 22 puede haber establecido el parámetro de mapeo 44 para el cuadro con la distribución de valor de muestra 46 de forma distinta del parámetro de mapeo 45 que define la porción 48. Por ejemplo, la distribución del valor de muestra 46 puede establecer el parámetro de mapeo de estos cuadros de tal manera que la porción 48 se aproxime a una porción del primer rango dinámico 40 ocupado por la distribución 46, es decir, de manera que la porción 48 sea lo más pequeña posible, pero que aún abarque el rango
 20 de distribución 46, aplicando esto mismo a la porción 38 con respecto a la distribución 44.

[0022] Por lo tanto, la secuencia 30 corresponde sustancialmente a la secuencia 12 con los valores de muestra, sin embargo, está representada en otro formato. Al observar la secuencia 30, sin embargo, se obtendría como resultado una impresión desagradable ya que los valores de muestra 34 de un cuadro dentro de la secuencia
 25 30 estarían definidos con respecto a otra porción de luminancia que los valores de muestra 34 dentro de otro cuadro de la misma secuencia. Por ejemplo, los cuadros antes mencionados de la secuencia 12 tendrían los valores de muestra 16 asignados a los valores de muestra 34 que residen dentro de las porciones 38 y 48, respectivamente. Por lo tanto, un valor de muestra 34, por ejemplo, uno en un cuadro muy probablemente correspondería a otro valor de luminancia real que un valor de muestra de uno dentro de un cuadro distinto de la secuencia 30. Sin medidas
 30 adicionales, la etapa de codificación de vídeo 20, por lo tanto, no sería capaz de llevar a cabo una predicción temporal habitual utilizando, por ejemplo, la predicción compensada por el movimiento ya que la búsqueda necesaria de vectores de movimiento probablemente no tendría éxito.

[0023] En particular, la etapa de codificación de vídeo 20 está configurada para codificar la segunda
 35 secuencia 30 de cuadros 32 por predicción ponderada temporal de un primer cuadro de la segunda secuencia 30 utilizando un segundo cuadro de la segunda secuencia 30 o una versión reconstruida del segundo cuadro de la segunda secuencia 30, ponderado por un parámetro de ponderación y compensado por un parámetro de compensación, como referencia. En otras palabras, la etapa de codificación de vídeo 20 puede predecir temporalmente un cuadro actual 32 de la secuencia 30 por la predicción compensada por el movimiento y con el uso
 40 de otro cuadro codificado previamente 32 de la secuencia 30 como referencia. La predicción compensada por el movimiento se puede llevar a cabo sobre una base de bloque a bloque. Los datos de predicción de movimiento tales como los vectores de movimiento y el índice de cuadro de referencia se insertan en la corriente de datos como información lateral, junto con los parámetros de ponderación/compensación que se mencionan a continuación. Cada bloque previsto temporalmente puede tener asociado al mismo un vector de movimiento cuya etapa de codificación
 45 de vídeo 20 determina mediante la determinación de una mejor adaptación del contenido del bloque actual del cuadro actual 32 dentro de la referencia, es decir, el cuadro de referencia ponderado y el valor de muestra compensado por los parámetros 50, intentando varios desplazamientos (vectores de movimiento) con respecto a la posición correspondiente a la posición del bloque en el cuadro actual. Con el fin de restringir la sobrecarga de búsqueda, la etapa de codificación de vídeo 20 restringe la búsqueda a un cierto rango de búsqueda.
 50

[0024] Como se apreciará más claramente a continuación, debido al hecho de que la etapa de codificación de vídeo 20 utiliza la predicción ponderada temporal, es posible que el regulador de parámetros 22 adapte el cuadro de referencia al cuadro actual con respecto a la diferencia en la porción de mapeo asociada 48 y 38, respectivamente.

[0025] En particular, el regulador de parámetros 22 establece el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación, que se ilustran juntos en la Fig. 1 por la flecha 50, en función del parámetro de mapeo 45 para el cuadro de referencia, con el parámetro de mapeo para el cuadro de referencia relacionado con el parámetro de mapeo para el cuadro actual a través del parámetro de ponderación y el parámetro de compensación 50 como se describirá en mayor detalle a continuación. En otras palabras, el regulador de parámetros 22 se encarga de

establecer tanto, el parámetro de ponderación como el parámetro de compensación 50 para el cuadro actual por un lado, y el parámetro de mapeo 45 para el cuadro actual por otro lado. Sin embargo, el regulador de parámetros 22 no es libre de establecer los parámetros de ponderación y compensación 50 independientemente de establecer el parámetro de mapeo 45 para el cuadro actual. Más bien, ambas configuraciones están relacionadas entre sí, por ejemplo, en una forma definida exclusivamente. En consecuencia, de hecho, el regulador de parámetros 22 establece los parámetros de ponderación y compensación 50 y el parámetro de mapeo 45 al mismo tiempo y, en particular, de tal manera que los parámetros de ponderación/compensación 50 desplazan y ajustan a escala la dimensión de la porción 48 del cuadro de referencia de tal manera que el intervalo que resulta de este desplazamiento y ajuste a escala proporciona una porción 38 para el cuadro actual que es adecuada para capturar la porción perceptiblemente pertinente de la distribución 44 como se ha indicado anteriormente. Los parámetros de ponderación/compensación 50 desplazan y ajustan a escala la dimensión de la porción 48 del cuadro de referencia a través de su aplicación al cuadro de referencia: Los parámetros de ponderación/compensación 50 asignan todos los valores posibles dentro de la porción 48 en los valores, abarcando también un rango que define la porción 38.

15 **[0026]** Antes de describir la funcionalidad del codificador de vídeo de la Fig. 1, según las realizaciones específicas más detalladamente a continuación se describe una forma de realización para una implementación de la etapa de codificación de vídeo 20 con respecto a la Fig. 2. Según la realización de la Fig. 2, la etapa de codificación de vídeo 20 cuenta con un codificador residual 60, un codificador de entropía 62, un reconstructor residual 64, un predictor temporal 66, un sustractor 68, un sumador 70, un sumador adicional 72, y un ponderador o multiplicador 74. El sustractor 68, el codificador residual 60 y el codificador de entropía 62 están conectados, en el orden mencionado, entre una entrada 76 de la etapa de codificación de vídeo 20, que, a su vez, está conectada a una salida del conversor de valor de muestra 18, y una salida 78 de la etapa de codificación de vídeo 20, que, a su vez, está conectada a la salida 26 del codificador de vídeo 10. El reconstructor residual 64 tiene una entrada conectada a la salida del codificador residual 60. Una primera entrada del sumador 70 está conectada a una salida del reconstructor residual 64. El multiplicador 74, el sumador 72 y el predictor temporal 66 forman un circuito y están conectados en serie, en el orden mencionado, entre una salida del sumador 70 y una entrada adicional del mismo. Al mismo tiempo, la conexión en serie del multiplicador 74, el sumador 72 y el predictor temporal 66 está conectada a una entrada adicional de sustracción del sustractor 68. Los valores aplicados a las entradas adicionales del sumador 72 y del multiplicador 74, respectivamente, se determinan mediante los parámetros de ponderación y compensación 50 que entran en una entrada de parámetro 80 de la etapa de codificación de vídeo 20.

[0027] Durante el funcionamiento, un cuadro entra en la entrada 76, mientras que una predicción temporal del cuadro actual es aplicada a la entrada de sustracción del sustractor 68. El residuo de predicción 82 que resulta de restar la predicción temporal 84 del cuadro actual es codificado por el codificador residual 60. El codificador residual 60, por ejemplo, puede someter la señal residual 82 a una transformada, tal como una transformada de descomposición espectral, en el cual el codificador residual 60 puede llevar a cabo esta transformada en una base de bloque a bloque. Adicional o alternativamente, el codificador residual 60 puede aplicar una cuantificación en la señal residual 82 para reducir el contenido de la información contenida en el residuo de predicción 82 que se va a codificar en la corriente de datos. El codificador residual 60 puede utilizar un parámetro cuantificador de tamaño del paso como parámetro para la cuantificación que, además, puede ser modificable de cuadro a cuadro como se muestra de forma ilustrativa por la flecha discontinua 86. A la salida del codificador residual 60, por lo tanto, se obtiene una versión codificada con pérdidas 88 del residuo de predicción. La misma está codificada en la corriente de datos en la salida 78 por el codificador de entropía 62 en una forma sin pérdidas.

45 **[0028]** El reconstructor residual 64 recupera una versión reconstruida 90 del residuo de predicción en su salida conectada a una primera entrada del sumador 70. En la otra entrada del sumador 70 introduce el resultado de la predicción temporal 84 para el cuadro actual, y en consecuencia, el sumador 70 combina el residuo reconstruido 90 y la predicción temporal 84 para producir una versión reconstruida del cuadro actual que forma la base de la predicción temporal para el siguiente cuadro. Como se describe en mayor detalle más adelante, el multiplicador 74 multiplica o ajusta a escala cada valor de muestra de la versión reconstruida 70 en función de un parámetro de ponderación (\hat{w} , LogWD), y el sumador 72 agrega una compensación en función del parámetro de compensación \hat{o} para cada valor de muestra ajustado a escala de este modo. Con esta medida, los valores de muestra de la versión reconstruida 70 son desplazados a una posición de luminancia correspondiente dentro de la porción 38 del cuadro actual que se va a predecir temporalmente a continuación. En consecuencia, a la salida del sumador 72 se obtiene un cuadro de referencia ponderado y compensado, en base al cual el predictor temporal 66 lleva a cabo la predicción temporal, utilizando, por ejemplo, la predicción de movimiento. Por ejemplo, el predictor temporal 66 utiliza para un determinado bloque del cuadro actual, una porción potencialmente interpolada y desplazada (de acuerdo con un vector de movimiento) del cuadro de referencia 92 como una predicción para este bloque del cuadro

actual que actualmente entra en la entrada 76.

[0029] Por lo tanto, como la etapa de codificación de vídeo 20 utiliza la predicción ponderada temporal, el predictor temporal 66 utiliza la versión reconstruida de un cuadro previamente codificado en un valor de muestra ponderado y un valor de muestra compensado 92 en lugar de hacerlo directamente, como salida por el sumador 70. De esta manera, la diferencia en el posicionamiento y el dimensionamiento de las porciones 38 y 48 entre estos cuadros está equilibrada. Incluso en otras palabras, el equilibrio está garantizado por el regulador de parámetros 22 que, a su vez, establece los parámetros de ponderación y compensación 50 que entran en la entrada 80 adecuadamente.

[0030] Por lo tanto, volviendo a la Fig. 1, de nuevo, el regulador de parámetros 22 puede estar configurado para determinar una porción ocupada del primer rango dinámico 40 dentro del cual se distribuyen los valores de muestra 16 del actual cuadro de la primera secuencia 12, estableciendo a continuación los parámetros de ponderación y compensación 50 de tal modo que la porción 38 establecida por el parámetro de mapeo 55 para el cuadro actual se aproxime a la porción ocupada. Incluso en otras palabras, el regulador de parámetros 22 en primer lugar puede revisar la distribución 44 con el fin de determinar una porción ocupada interesante del primer rango dinámico 40. Entonces, el regulador de parámetros 22 puede establecer los parámetros de ponderación y compensación 50 del cuadro actual de tal manera que la aplicación de estos parámetros 50 sobre los valores de muestra de la versión reconstruida 70 efectivamente conduzca al desplazamiento y al ajuste a escala de la porción 48 del cuadro del cual la versión reconstruida 70 representa una reconstrucción, para obtener una porción 38 que se aproxima a la porción ocupada definida por la distribución 44.

[0031] En este sentido, cabe señalar que internamente, la etapa de codificación de vídeo 20 puede utilizar un rango dinámico más alto, tal como un mayor número de bits, con el fin de representar el cuadro de referencia con valor de muestra ajustado a escala y compensado resultante de la aplicación de los parámetros de ponderación y compensación en la entrada 80 sobre la reconstrucción 70 del cuadro de referencia, es decir, para el cuadro de referencia 92, en comparación con el rango dinámico de la secuencia 30, por lo que la aplicación de estos parámetros no lleva a ningún problema de recorte. El número de bits de la representación se puede aumentar en dos, por ejemplo.

[0032] Por lo tanto, incluso en mayor detalle, el regulador de parámetros 22 puede estar configurado para establecer el parámetro de compensación \hat{o} de acuerdo con una desviación entre un límite superior, o una desviación entre un límite inferior, de las porciones 38, 48 establecidas por los parámetros de mapeo para los cuadros actual y de referencia, respectivamente, y establecer el parámetro de ponderación (\log_{WD} , \hat{w}) de acuerdo con una desviación entre la longitud de las porciones 38, 48, respectivamente. En las formas de realización específicas descritas más adelante, por ejemplo, el convertidor de valor de muestra 18 está configurado para convertir los valores de muestra \hat{Y} de los cuadros 14 de la primera secuencia 12 desde el primer formato en el segundo formato de acuerdo con

$$b \cdot (\log_m(\hat{Y}) - a)$$

en el que b y a están compuestos por el parámetro de mapeo 45 y están relacionados con un límite inferior \hat{Y}_{\min} y el límite superior \hat{Y}_{\max} de la porción 38 del primer rango dinámico 40, \hat{Y}_{\min} a \hat{Y}_{\max} , de acuerdo con

$$b = \frac{2^n - 1}{\log_m(\hat{Y}_{\max} / \hat{Y}_{\min})}, a = \log_m(\hat{Y}_{\min})$$

en el que \log_m es una función logarítmica a una base m y n es un entero que indica un número entero de bits de representación del segundo formato. En ese caso, el regulador de parámetros puede estar configurado para determinar una porción ocupada del primer rango dinámico dentro del cual se distribuyen los valores de muestra 16 del primer cuadro 14 de la primera secuencia 12, y establecer el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación de tal modo que

$$\frac{\log_m (\hat{Y}_{\max,k} / \hat{Y}_{\min,k})}{\log_m (\hat{Y}_{\max,l} / \hat{Y}_{\min,l})} = \tilde{w}$$

$$\frac{\log_m (\hat{Y}_{\min,k} / \hat{Y}_{\min,l})}{\log_m (\hat{Y}_{\max,l} / \hat{Y}_{\min,l})} 2^n - 1 = \tilde{o}$$

5 de acuerdo con las limitaciones que

$$\hat{Y}_{\max,l} \geq Y_{\max,l} \text{ y } \hat{Y}_{\min,l} \leq Y_{\min,l}$$

en el que Y_{\min} es un límite inferior e Y_{\max} es un límite superior de la porción ocupada.

10

[0033] La precisión y el rango del parámetro de ponderación y compensación podrían estar limitados, por ejemplo, por la etapa de codificación de vídeo 20, que opera, por ejemplo, de acuerdo con H.264/AVC. En ese caso, el regulador de parámetros puede estar configurado para determinar una porción ocupada del primer rango dinámico dentro del cual se distribuyen los valores de muestra 16 del primer cuadro 14 de la primera secuencia 12, y

15

establecer el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación de tal modo que

$$\frac{\log_m (\hat{Y}_{\max,k} / \hat{Y}_{\min,k})}{\log_m (\hat{Y}_{\max,l} / \hat{Y}_{\min,l})} 2^{\log_{WD}} = \hat{w}$$

$$\frac{\log_m (\hat{Y}_{\min,k} / \hat{Y}_{\min,l})}{\log_m (\hat{Y}_{\max,l} / \hat{Y}_{\min,l})} \frac{2^n - 1}{2^{n-n_0}} = \hat{o}$$

20

de acuerdo con las limitaciones que

$$\hat{Y}_{\max,l} \geq Y_{\max,l} \text{ y } \hat{Y}_{\min,l} \leq Y_{\min,l}$$

25

en el que Y_{\min} es un límite inferior, e Y_{\max} es un límite superior de la porción ocupada, n_0 es un número entero en relación con un rango de definición de \hat{o} , el índice 1 indexa el cuadro actual de la secuencia de cuadros, el índice k indexa el cuadro de referencia de la secuencia de cuadros, \hat{w} y \log_{WD} están compuestos por el parámetro de ponderación, y \hat{o} está compuesto por el parámetro de compensación. La precisión admisible para \hat{w} y \hat{o} pueden ser números enteros, el rango de \hat{w} puede estar, por ejemplo, limitado a $-128 \leq \hat{w} \leq 127$.

30

[0034] Además, como también se analizará con respecto a las formas de realización detalladas que se describen a continuación, la etapa de codificación de vídeo 20 y los codificadores residuales 60 pueden estar configurados para utilizar un parámetro cuantificador de tamaño del paso al codificar la segunda secuencia 30 de los cuadros 32 y regulador de parámetros 22 puede estar configurado para establecer el parámetro cuantificador de tamaño del paso para los cuadros 32 de la secuencia 30 en función de la longitud de la porción respectiva 38, 48, fijada para el cuadro respectivo. Con esta medida, es posible armonizar el ruido de cuantificación en su variación temporal como ocurriría de otro modo si se utilizara un parámetro cuantificador estático de tamaño del paso debido a la variación temporal de la longitud de las porciones 38 y 48, respectivamente. El regulador de parámetros 22 puede estar configurado para codificar el parámetro cuantificador de tamaño del paso en la corriente de datos

35

40

diferencialmente a un parámetro cuantificado de tamaño del paso para un cuadro de inicio de la segunda secuencia, tal como el cuadro de una secuencia IPPPPP...

[0035] Después de haber descrito una forma de realización para un codificador de vídeo, con respecto a la Fig. 3, a continuación se describe un decodificador de vídeo 100 según una realización. El decodificador de vídeo es

para reconstruir una secuencia 102 de cuadros 104 cuyos valores de muestra 106 están representados en un primer formato que abarca un primer rango dinámico, a partir de una corriente de datos, tal como el generado por el codificador de vídeo de la Fig. 1. El formato en el que están representados los valores 106 puede ser el formato subyacente a los valores de muestra 16. Sin embargo, esto no es obligatorio.

5

[0036] El decodificador de vídeo 100 comprende una etapa de decodificación de vídeo 108, un regulador de parámetros 110 y un reconversor de valor de muestra 112. Además, el decodificador de vídeo 100 comprende una entrada 114 en la que la corriente de datos mencionada anteriormente entra en el decodificador de vídeo de 100, y una salida 116 para emitir la secuencia 102. Entre la entrada 114 y la salida 116, la etapa de decodificación de vídeo 108 y el reconversor del valor de muestra 112 están conectados en serie en el orden mencionado. El regulador de parámetros 110 está conectado entre la entrada 114 y una entrada de parámetro del reconversor del valor de muestra 112.

10

[0037] Con respecto a la Fig. 4 se muestra que la etapa de decodificación de vídeo 108 se puede implementar de forma sustancialmente similar a los componentes 64, 70, 74, 72 y 66 del codificador de la Fig. 2. En particular, la etapa de decodificación de vídeo 108 puede comprender un reconstructor residual 118, un sumador 120, un predictor temporal 122, un sellador/multiplicador 124 y un sumador adicional 126. El reconstructor residual 118 y el sumador 120 pueden estar conectados en serie entre una entrada 128 de la etapa de decodificación de vídeo 108 que, a su vez, está conectada a la entrada 114, y una salida 130 de la etapa de decodificación de vídeo que, a su vez, está conectada al reconversor de valor de muestra 112. En forma de un circuito, el multiplicador 124, el sumador 126 y el predictor temporal 122 están conectados en serie, en el orden mencionado, entre una salida del sumador 120 y una entrada adicional del mismo. Los valores aplicados a las entradas adicionales del multiplicador 124 y del sumador 126 son controlados de acuerdo con los parámetros de ponderación y compensación que la etapa de decodificación de vídeo 108 obtiene de la corriente de datos que introduce en la entrada 128.

20

[0038] De este modo, después de haber descrito la estructura interna del decodificador de vídeo 100 y la etapa de decodificación de vídeo 108, respectivamente, según una realización, el modo de funcionamiento de los mismos se describe con más detalle a continuación.

25

[0039] Como ya se ha mencionado anteriormente, el decodificador de vídeo 100 es para decodificar la corriente de datos generada, por ejemplo, por el codificador de vídeo de la Fig. 1. La corriente de datos se ha obtenido a partir de la secuencia 30 en el formato de rango dinámico inferior y utilizando los parámetros de ponderación y compensación 50, que la etapa de codificación de vídeo 20 insertó en la corriente de datos como información lateral. En consecuencia, el decodificador de vídeo tiene acceso a los parámetros de ponderación y compensación 50 utilizados en el lado de la codificación y es capaz de emular la reconstrucción en el lado de la codificación utilizando los parámetros finalmente elegidos en el lado de la codificación por medio de, por ejemplo, alguna optimización de velocidad/distorsión.

30

[0040] En particular, la etapa de decodificación de vídeo 108 está configurada para reconstruir, a partir de la corriente de datos que introduce en la entrada 114, la segunda secuencia 30' de los cuadros 32' que corresponde a la secuencia 30 de la Fig. 1 aparte de la pérdida de codificación, tal como la pérdida de cuantificación introducida por la etapa de codificación de vídeo 20. Los valores de muestra 34' de los cuadros 32', en consecuencia, también están representados en el segundo formato que abarca el segundo rango dinámico 42 que es menor que el rango dinámico de la secuencia final reconstruida 102. Así como fue el caso de la etapa de codificación de vídeo 20, la etapa de decodificación de vídeo 108 lleva a cabo la reconstrucción de una predicción ponderada temporal de un cuadro actual de la segunda secuencia 30' utilizando un cuadro de referencia de la segunda secuencia 30', ponderado por un parámetro de ponderación y compensado por un parámetro de compensación, ambos compuestos por la corriente de datos que entra en la entrada 114, como referencia. El regulador de parámetros 110, a su vez, está configurado para establecer el parámetro de mapeo 132 para el cuadro actual de la segunda secuencia 30' en función de un parámetro de mapeo para el cuadro de referencia de la segunda secuencia 30', y el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación 50 del cuadro actual. El reconversor del valor de muestra 112, a su vez, está configurado para convertir los valores de muestra 34' de los cuadros 32' de la segunda secuencia 30' desde el segundo formato al primer formato utilizando una función de mapeo, que es inversa a la función de mapeo utilizada por el conversor del valor de muestra 18, que asigna el segundo rango dinámico 42 sobre la porción del primer rango dinámico tal como 40, que es fijado por el parámetro de mapeo para el cuadro respectivo de la segunda secuencia.

45

50

55

[0041] Imagine, por ejemplo, que el reconstructor residual 118 de la etapa de decodificación de vídeo 108 reconstruye actualmente un residuo para un cuadro actual 32', estando indicada la reconstrucción como 134 en la

Fig. 4. Obviamente, el residual 134 corresponderá al que ocurre durante la codificación en la señal de referencia 88 en la Fig. 2. El sumador 120 combina este residual 134 con la predicción temporal 136 del cuadro actual como salida por el predictor temporal 122 a fin de lograr la versión reconstruida 138 del cuadro actual, es decir, el cuadro 32'. Imagínese, además, que esta versión reconstruida 138 sirve como cuadro de referencia para un cuadro posteriormente decodificado de la secuencia de cuadros 30'. Entonces, el parámetro de ponderación ($\log\text{WD}$, \hat{w}) y el parámetro de compensación \hat{o} estarían contenidos en la corriente de datos para dicho cuadro decodificado posteriormente y, en consecuencia, los valores de muestra 34' del cuadro de referencia 32' se compensarían y ajustarían a escala en las etapas 124 y 126 antes de ser utilizados como la referencia 140 en la predicción temporal llevada a cabo por el predictor 122. Esto refleja la funcionalidad en el lado de codificación. El predictor temporal 122 utiliza vectores de movimiento contenidos en la corriente de datos para obtener la predicción temporal 136 de la referencia 140. Ya que el rango dinámico o el número de bits utilizado para representar la referencia 140 es mayor que el rango dinámico de la secuencia reivindicada original 30, cuya reconstrucción será emitida en 130 de la etapa de decodificación de vídeo 108, los efectos potenciales de recorte, que de otro modo podrían ocurrir debido a la aplicación de los parámetros de ponderación y compensación 50 en las etapas 124 y 126, se evitan de forma eficaz.

[0042] Por lo tanto, la secuencia 30' emitida por la etapa de decodificación de vídeo 108 representa una reconstrucción de la secuencia de cuadro 30 introducida en la etapa de codificación de vídeo 20 en el lado de codificación. El reconversor del valor de muestra 112 transfiere esta secuencia 30' en una secuencia significativa 102 mediante el mapeo de los valores de muestra de cuadros 32' en un formato común que tiene un rango dinámico suficiente para acomodar el rango dinámico originalmente contenido en el material original 12. Este formato podría ser el formato de los valores de muestra 16 de la secuencia 12, pero también puede apartarse del mismo. A fin de obtener la porción dentro de este rango dinámico común que abarcan los valores de muestra 34' de un cuadro respectivos 32', el reconversor del valor de muestra 112 aplica secuencialmente la cadena de parámetros de ponderación/compensación asociados a estos cuadros de 32'. En particular, para un cuadro actual, el reconversor del valor de muestra 112 determina esta porción, es decir, la posición y dimensión de la misma, mediante la aplicación de los parámetros de ponderación y compensación del cuadro actual a la posición y dimensión de la porción previamente determinada para el cuadro de referencia del cuadro actual. Con esta medida, el reconversor del valor de muestra 112 recupera las porciones 38 y 48 ilustradas en la Fig. 1 secuencialmente.

[0043] Por lo tanto, incluso en otras palabras, el parámetro de mapeo mencionado anteriormente puede definir una longitud $\hat{Y}_{\max,k} - \hat{Y}_{\min,k}$ de la porción 38 del primer rango dinámico 40 y un límite inferior $\hat{y}_{\min,k}$, o un límite superior $\hat{Y}_{\max,k}$, de la porción 38 del primer rango dinámico para el cuadro actual 32', y el regulador de parámetros 110 puede estar configurado para fijar este parámetro de mapeo 132 para el cuadro actual de la segunda secuencia 30' modificando una longitud $\hat{Y}_{\max,l} - \hat{Y}_{\min,l}$ de la porción 48 del primer rango dinámico 40, definido por el parámetro de mapeo para el cuadro de referencia l de la secuencia 30', en función del parámetro de ponderación ($\log\text{WD}$, \hat{w}) para el cuadro actual k para obtener la longitud $\hat{Y}_{\max,k} - \hat{Y}_{\min,k}$ de la porción 38 definida por el parámetro de movimiento 132 para el cuadro actual k , y modificando un límite inferior o superior $\hat{Y}_{\max,l}$ de la porción 48 del primer rango dinámico 40, definido por el parámetro de mapeo para el cuadro de referencia l en función del parámetro de compensación \hat{o} para el cuadro actual k , para obtener el límite inferior o superior $\hat{Y}_{\min/\max,k}$ definido por el parámetro de mapeo 132 del cuadro actual. En consecuencia, el regulador de parámetros 110 está dirigido por los parámetros de ponderación y compensación 50 contenidos en la corriente de datos que entra en la entrada 114 para actuar como regulador de parámetros 22 controlando la etapa de codificación de vídeo 20 y el conversor de valor de muestra 18.

[0044] En este momento, cabe señalar que el regulador de parámetros 110 de la Fig. 3 está simplemente conectado al reconversor del valor de muestra 112, mientras que el regulador de parámetros controla tanto al conversor del valor de muestra como a la etapa de codificación de vídeo 20, respectivamente. La aparente discrepancia entre la codificación y decodificación del sitio proviene del hecho antes mencionado de que la etapa de codificación de vídeo del codificador 20 no es capaz de elegir libremente los parámetros de ponderación/compensación. Más bien, lo mismo se prescribe desde el exterior, es decir, por el regulador de parámetros 22 que, a su vez, tiene que tener en cuenta la señal original y su distribución 44 y 46, respectivamente, a la hora de establecer estos parámetros de ponderación/compensación. El regulador de parámetros 110, sin

embargo, es dirigido por el resultado de esta elección a través de la información lateral contenida en la corriente de datos que llega a través de la entrada 110 y, por lo tanto, la etapa de decodificación de vídeo 108 puede utilizar la información de los parámetros de ponderación/compensación contenida en la corriente de datos independientemente de la evaluación de la misma información por el regulador de parámetro, es decir la información de los parámetros de ponderación/compensación y, en consecuencia, no es necesario una vía de control que conduzca desde el regulador de parámetros 110 hacia la etapa de decodificación de vídeo 108. Sin embargo, según una realización alternativa, el regulador de parámetros 110 asume la responsabilidad de los ajustes y controles de la etapa de decodificación de vídeo 108 de acuerdo con el exterior. En este último caso, una vía de control podría conducir desde el regulador de parámetros 110 hacia la etapa de decodificación de vídeo 108.

10

[0045] Como ya se ha señalado anteriormente, la descripción más detallada de una realización indicada a continuación utilizará una función logarítmica de mapeo entre ambos formatos, es decir, una función de mapeo lineal entre el primer formato un dominio logarítmico y un segundo formato un dominio logarítmico. En consecuencia, el reconversor del valor de muestra 112 puede estar configurado para convertir los valores de muestra L_n 34' de los cuadros 32' de la segunda secuencia 30' del segundo formato en el primer formato de acuerdo con

15

$$m^{(L_n + \varepsilon)b^{-1} + a}$$

en el que b y a están compuestos por el parámetro de mapeo y están relacionados con un límite inferior Y_{\min} y el límite superior Y_{\max} de la porción 38 del primer rango dinámico, Y_{\min} a Y_{\max} , de acuerdo con

20

$$b = \frac{2^n - 1}{\log_m(\hat{Y}_{\max} / \hat{Y}_{\min})}, a = \log_m(\hat{Y}_{\min})$$

en el que \log_m es una función logarítmica a una base m y n es un entero que indica un número entero de bits de representación del segundo formato.

25

[0046] Si es así, el regulador de parámetros 112 puede estar configurado para computar a y b de tal modo que

30

$$\frac{\log_m(\hat{Y}_{\max,k} / \hat{Y}_{\min,k})}{\log_m(\hat{Y}_{\max,l} / \hat{Y}_{\min,l})} \cdot 2^{\log_{WD}} = \hat{w}$$

$$\frac{\log_m(\hat{Y}_{\min,k} / \hat{Y}_{\min,l})}{\log_m(\hat{Y}_{\max,l} / \hat{Y}_{\min,l})} \frac{2^n - 1}{2^{n-n_s}} = \hat{o};$$

n_s es un número entero en relación con un rango de definición de \hat{o} , el índice 1 indexa el primer cuadro de la segunda secuencia, el índice m indexa el segundo cuadro de la segunda secuencia, $wand \log_{WD}$ están compuestos por el parámetro de ponderación, y \hat{o} está compuesto por el parámetro de compensación.

35

[0047] Además, de forma similar a la descripción anterior, la etapa de decodificación de vídeo 108 puede estar configurada para utilizar un parámetro cuantificador de tamaño del paso al reconstruir la segunda secuencia de cuadros, y el regulador de parámetros puede estar configurado para establecer el parámetro cuantificador de tamaño del paso para los cuadros de la segunda secuencia en función de la longitud de la porción del primer rango dinámico, fijada para los cuadros respectivos de la segunda secuencia. En este aspecto, el regulador de parámetro 110 puede estar configurado para decodificar el parámetro cuantificado de tamaño del paso desde la corriente de datos diferencialmente a un parámetro cuantificado de tamaño del paso para un cuadro de inicio de la segunda secuencia.

45

[0048] Como también se ha descrito anteriormente, aunque se supone que los valores de muestra de los cuadros de la primera secuencia son valores de luminancia de punto flotante, y se supone que los valores de muestra de los cuadros de la segunda secuencia de brillo son valores enteros, también existen otras posibilidades.

50

[0049] La Fig. 5 muestra una porción de ejemplo de una corriente de datos que se transmite desde el lado de codificación al lado de decodificación según las realizaciones descritas anteriormente con relación a las Figs. 1 a 4. Se deduce de lo expuesto anteriormente, que la corriente de datos 150 tiene la primera secuencia 102 de cuadros, cuyos valores de muestra están representados en un primer formato que abarca un primer rango dinámico, 5 codificado en el mismo de una forma reconstruible. En particular, la primera secuencia se codifica en la corriente de datos 150 indirectamente a través de una segunda secuencia 30 de cuadros 32, cuyos valores de muestra están representados en un segundo formato que abarca un segundo rango dinámico 42 inferior al primer rango dinámico, la segunda secuencia se codifica en la corriente de datos mediante una predicción ponderada temporal de un primer cuadro de la segunda secuencia 30' mediante el uso de un segundo cuadro de la segunda secuencia 30', ponderado 10 por un parámetro de ponderación y compensado por un parámetro de compensación, como referencia, en el que el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación están compuestos por la corriente de datos de tal manera que un parámetro de mapeo 132 para el primer cuadro de la secuencia 30' depende de un parámetro de mapeo para el segundo cuadro de la segunda secuencia 30', el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación, y los valores de muestra 34' de los cuadros 32' de la segunda secuencia se convierten desde el 15 segundo formato en el primer formato mediante el uso de una función de mapeo que asigna el segundo rango dinámico 42 sobre una porción del primer rango dinámico 40 que está fijado por el parámetro de mapeo para el cuadro respectivo de la segunda secuencia que reconstruye la primera secuencia. En otras palabras, la corriente de datos puede tener una estructura de porciones de cuadro 152, cada una asociada a uno de los cuadros 30' y 104, respectivamente. Cada cuadro 30' puede estar codificado en la corriente de datos 150 en unidad de bloques. Cada 20 porción de cuadro 152 puede incluir datos de predicción de movimiento 154 que incluyen, por ejemplo, un vector de movimiento. Además, en cada porción de cuadro 152, los datos pueden incluir los parámetros de ponderación y compensación 50 para la reivindicación respectiva. La corriente de datos se puede codificar de tal manera que los datos de predicción de movimiento 154 de cada porción de cuadro remiten 156 a la porción de cuadro inmediatamente anterior en el tiempo t , es decir, cuando se ordenan las porciones de cuadro 152 a lo largo del eje 25 del tiempo de presentación. Es decir, cada cuadro puede ser un cuadro P que utiliza el cuadro inmediatamente anterior como cuadro de referencia, y la porción del rango dinámico común 40 puede ser actualizada con esta cadena de dependencia. Simplemente, el primer cuadro general 158, es decir de inicio, de la secuencia de cuadros, puede ser un cuadro I , o los cuadros de inicio de cada GOP, es decir, grupo de imágenes (inmediatamente anteriores). Este cuadro inicial 158 puede tener incorporado en el mismo una codificación explícita 160 de los 30 parámetros de mapeo para este primer cuadro 158. Por otra parte, incluso esta codificación explícita 160 puede ser innecesaria. Asimismo, cada cuadro 152, o cada cuadro 152 excepto el cuadro inicial 158, puede tener codificado en el mismo un parámetro cuantificador de tamaño del paso 162, que prescribe el tamaño del paso de cuantificación que se va a utilizar en la descuantificación en el reconstructor residual 118 y que está fijado en función de la longitud de la porción 38. En particular, el parámetro cuantificador de tamaño del paso 162 puede haber sido codificado en la 35 corriente de datos de forma diferencial mediante el uso del parámetro cuantificador de tamaño del paso (determinado explícitamente o implícitamente) de la porción del cuadro inicial 158 como referencia.

[0050] Después de haber descrito en términos más bien generales las realizaciones de un aparato codificador y decodificador, a continuación se describirán realizaciones más detalladas que representan 40 implementaciones concretas de las realizaciones anteriores. De acuerdo con las implementaciones concretas que se describen a continuación se utiliza un mapeo de luminancia a brillo adaptativo por cuadros para llevar a cabo la transición entre la etapa de/codificadora de vídeo y la re/conversión del valor de muestra, respectivamente. Según las realizaciones que se describen a continuación, la herramienta de predicción ponderada de H.264/AVC se 45 aprovecha para mantener la coherencia temporal. En otras palabras, según las realizaciones descritas a continuación, la etapa codificadora de vídeo y la etapa decodificadora de vídeo de las realizaciones anteriores actúan como entidades que se adaptan a H.264, es decir, etapa codificadora de vídeo 20 genera un corriente de datos que se adapta a H.264 y se implementa una etapa decodificadora de vídeo 108 de conformidad con el estándar H.264/AVC. La corriente de datos de la Fig. 5, incluso puede actuar completamente de conformidad con H.264/AVC. Por lo tanto, la herramienta de predicción ponderada según las realizaciones no sólo se aprovecha para 50 mantener la coherencia temporal sino que, al mismo tiempo, se aprovecha para transmitir los parámetros de mapeo adaptativos utilizados para la conversión del valor de muestra. Asimismo se proporcionará un ejemplo que ilustrará la forma de adaptar el parámetro de cuantificación (QP) para cada cuadro dependiente del mapeo adaptativo.

[0051] Por lo tanto, en lo sucesivo, los detalles de implementación con respecto a las realizaciones descritas 55 anteriormente de las Figs. 1–5, las mismas se presentan utilizando las ecuaciones matemáticas con más detalle. Posteriormente, en la Sección 2 se presentan los resultados experimentales que utilizan los detalles de implementación.

1.1. Mapeo de luminancia adaptativa de rango dinámico

[0052] A continuación se analizará de nuevo el mapeo de luminancia a brillo para las aplicaciones de codificación de vídeo. La compensación entre el rango de luminancia representable $[Y_{min}, Y_{max}]$, la profundidad de bits de brillo n y la precisión relativa asociada se pueden observar en las siguientes formulaciones más generales de las funciones de mapeo de luminancia a brillo:

$$L_n = \left\lfloor \frac{2^n - 1}{\log_2(Y_{max}/Y_{min})} (\log_2(Y) - \log_2(Y_{min})) \right\rfloor \quad (2)$$

$$Y = 2^{(L_n + 0.5) \frac{\log_2(Y_{max}/Y_{min})}{2^n - 1} + \log_2(Y_{min})} \quad (3)$$

Esta relación lineal entre el logaritmo de la luminancia Y , y el espacio de brillo L también se describe en la Fig. 6. La Fig. 6 muestra un mapeo logarítmico adaptativo de luminancia a brillo: los distintos rangos para los distintos cuadros 1 y k dan como resultado las distintas funciones de mapeo. Por lo tanto, distintos valores de brillo pueden representar el mismo valor de luminancia.

[0053] Obviamente, el mapeo alcanza la más alta fidelidad cuando Y_{min} e Y_{max} es igual a la luminancia mínima y máxima de cuadro de vídeo actual, respectivamente. Es decir, si los valores de luminancia existentes en un cuadro de vídeo son asignados al rango completo de brillo por la función de mapeo con la pendiente más pronunciada posible. Sin embargo, debido a que los rangos dinámicos pueden variar de un cuadro a otro (incluso en una escena estática, debido al ruido), dicha adaptación directa interrumpiría la coherencia temporal de la secuencia de vídeo y evitaría una predicción temporal eficiente. La siguiente sección presentará un mapeo adaptativo que tiene en cuenta estos factores.

1.2. Mapeo adaptativo de luminancia temporalmente coherente

[0054] Considere que dos cuadros consecutivos k y $l = k + 1$ de una secuencia de vídeo HDR presentan distintos rangos de luminancia $[Y_{min,k}, Y_{max,k}]$ y $[Y_{min,l}, Y_{max,l}]$, respectivamente. Obviamente, mediante el uso de los extremos de cada cuadro en (2) dará lugar a un mapeo distinto para cada cuadro. Es decir, el mismo valor de luminancia $\hat{Y} = Y_k = Y_l$ en el cuadro k y l será asignado a distintos valores de brillo $L_{n,k}$ y $L_{n,l}$, respectivamente, como se ejemplifica en la Fig. 1. Al conectar (3) en (2) mediante el uso de un mapeo distinto para el cuadro k y l , respectivamente, se obtiene:

$$\begin{aligned} L_{n,l} &= (L_{n,k} + 0,5) \frac{\log_2(Y_{max,k}/Y_{min,k})}{\log_2(Y_{max,l}/Y_{min,l})} \\ &\quad + (2^n - 1) \frac{\log_2(Y_{min,k}/Y_{min,l})}{\log_2(Y_{max,l}/Y_{min,l})} \\ &= (L_{n,k} + 0,5) \cdot w + o. \end{aligned} \quad (4)$$

Aparentemente, la relación de dos valores de brillo $L_{n,k}$ y $L_{n,l}$ derivados del mismo valor de luminancia \hat{Y} está totalmente definida por una escala w y una compensación o . w y o se pueden obtener fácilmente de los rangos $[Y_{min,k}, Y_{max,k}]$ e $[Y_{min,l}, Y_l]$.

[0055] H.264/AVC es el primer estándar internacional de codificación de vídeo que define la sintaxis de una herramienta [7] de predicción ponderada (WP). La intención original de WP es mejorar la eficacia de codificación de las secuencias de aparición gradual de la imagen y desaparición gradual de la imagen en donde la predicción compensada de movimiento por lo general falla. Éste permite señalar explícitamente un parámetro de ponderación w y un parámetro de compensación o por porción. Los parámetros se pueden utilizar para ponderar y cambiar el

cuadro de referencia para mejorar la predicción temporal. La ecuación (4) muestra que un cambio del rango dinámico de cuadros sucesivos simplemente da como resultado una ponderación w y cambio o de valores idénticos de luminancia en el espacio de brillo. Por lo tanto, la sintaxis WP de H.264/AVC está perfectamente adaptada para permitir una predicción temporal eficiente a pesar de los cambios en el rango de luminancia. Considere, por ejemplo, el caso en el que un escenario casi estático es grabado por una cámara con capacidad de HDR de cara al sol brillante. Cuando el sol está siendo cubierto repentinamente por una nube, el rango dinámico cambiará por varios órdenes de magnitud, mientras que los valores de luminancia de todos los objetos en primer plano se mantendrán aproximadamente constantes. Si podemos utilizar las herramientas de WP para adaptar los valores de brillo del cuadro de referencia, esto permite una predicción temporal perfecta de los píxeles de primer plano que se origina en los mismos valores de luminancia. Además, la información de parámetros WP es suficiente para transmitir toda la información lateral necesaria para una adaptación por cuadros del mapeo de luminancia a brillo, tal como se ilustra a continuación.

[0056] En H.264/AVC, la precisión y el rango dinámico de \hat{w} y \hat{o} están limitados. Ambos parámetros pueden tomar valores enteros entre -128 y 127 . La precisión de \hat{w} está limitada por un intervalo de cuantificación de $1/2^{\log_{2}WD}$, en donde se señala explícitamente $\log_{2}WD$ y puede tomar valores enteros entre 0 y 7 . En consecuencia, un valor más alto de $\log_{2}WD$ conduce a una representación de grano más fino del parámetro \hat{w} . Esto también significa que se requieren más bits para la codificación de los factores de ponderación y una reducción del rango de ajuste a escala efectivo [7]. El tamaño de la etapa del parámetro de compensación está definido por 2^{n-8} con el fin de tener en cuenta la profundidad de bits n de la representación de brillo en el codificador H.264/AVC. En consecuencia, a fin de permitir una predicción temporal perfecta de valores de luminancia sin cambios de un cuadro a otro, es necesario cuantificar el cambio de la función de mapeo adaptativo de tal manera que pueda estar representado por los parámetros WP de H.264/AVC \hat{w} y \hat{o} .

[0057] Es decir, dado el rango dinámico de luminancia comprendido por la función de mapeo del cuadro de k , $[\hat{Y}_{\min,k}, \hat{Y}_{\max,k}]$, tenemos que encontrar el $\hat{Y}_{\max,l}$ mínimo y el $\hat{Y}_{\min,l}$ máximo que cumplan

$$\frac{\log_2(\hat{Y}_{\max,k}/\hat{Y}_{\min,k})}{\log_2(\hat{Y}_{\max,l}/\hat{Y}_{\min,l})} \cdot 2^{\log_{2}WD} = \hat{w}; \{ \hat{w} \in \mathbb{Z} | -128 \leq \hat{w} \leq 127 \} \quad (5)$$

30 y

$$\frac{\log_2(\hat{Y}_{\min,k}/\hat{Y}_{\min,l})}{\log_2(\hat{Y}_{\max,l}/\hat{Y}_{\min,l})} \cdot \frac{2^n - 1}{2^{n-8}} = \hat{o}; \{ \hat{o} \in \mathbb{Z} | -128 \leq \hat{o} \leq 127 \} \quad (6)$$

de acuerdo con las limitaciones

35

$$\hat{Y}_{\max,l} \geq Y_{\max,l} \quad \text{y} \quad \hat{Y}_{\min,l} \leq Y_{\min,l}. \quad (7)$$

[0058] Las dos últimas desigualdades aseguran que el rango de luminancia comprendido por el mapeo adaptativo comprenda al menos el rango de luminancia presente en el cuadro actual, $[\hat{Y}_{\min,l}, \hat{Y}_{\max,l}]$.

40

[0059] En la práctica, el regulador de parámetros 22 puede encontrar la solución a este problema resolviendo (5) y (6), fijando $\hat{Y}_{\max,l} = Y_{\max,l}$ e $\hat{Y}_{\min,l} = Y_{\min,l}$ y redondeando a cero. Esto produce los valores iniciales de w y \hat{o} y (5) y (6) w.r.t. $\hat{Y}_{\min,l}$ e $\hat{Y}_{\max,l}$, respectivamente, se pueden resolver:

$$\hat{Y}_{\min,l} = 2 \left[\log_2(Y_{\min,k}) - \frac{\hat{\delta} \cdot 2^{\log_{2}WD} 2^{n-8}}{\hat{w} \cdot 2^n - 1} \log_2(Y_{\max,k}/Y_{\min,k}) \right] \quad (8)$$

$$\hat{Y}_{\max,l} = 2 \left[\frac{2^{\log_{2}WD}}{\hat{w}} \cdot \log_2(Y_{\max,k}/Y_{\min,k}) + \log_2(\hat{Y}_{\min,l}) \right]. \quad (9)$$

[0060] Si los resultados no cumplen una de las condiciones en (7), el regulador de parámetros 22 puede disminuir w o aumentar $\hat{\delta}$ por 1, respectivamente, y recalcular (8) y (9).

5

[0061] Después de encontrar el mejor rango de luminancia $[\hat{Y}_{\min,l}, \hat{Y}_{\max,l}]$, del cuadro l cuadro w.r.t. k , el regulador de parámetros 22 y el convertidor de valor de muestra 18 pueden utilizar estos valores para el mapeo en (2). Asimismo, los parámetros de ponderación y compensación \hat{w} y $\hat{\delta}$ son de fácil obtención para utilizar en la predicción ponderada temporal del codificador de vídeo H.264/AVC 20. Por último, se puede ver en las relaciones en (5) y (6) que estos parámetros son totalmente suficientes para recuperar exactamente el rango de luminancia en el cuadro actual 38 dado el rango del cuadro anterior 48. No es necesario tener información lateral adicional para el mapeo adaptativo cuando el mapeo del primer cuadro (y posiblemente los cuadros IDR) comprende el rango dinámico máximo visible. De lo contrario, el rango para el primer cuadro debe ser indicado explícitamente al decodificador tal como se ilustra en la línea discontinua 28. En general, sin embargo, el esquema de acuerdo con la Sección 1 evita que la información de ajuste a escala de valor flotante tenga que ser transmitida como información lateral para cada cuadro, complicando de otro modo la codificación conforme al estándar y aumentando la tasa de bits.

10

15

1.3. Cuantificación temporalmente coherente

20

[0062] De acuerdo con las medidas anteriores, para cada cuadro, distintos rangos de luminancia se asignan a los valores del código de brillo. Por lo tanto, el uso de un QP idéntico durante el proceso de codificación H.264/AVC conduciría a una cuantificación variable del espacio de luminancia, en función del mapeo. En otras palabras, a pesar de que el codificador podría utilizar una cuantificación constante, la cuantificación efectiva podrá variar en gran parte a través del tiempo, dando lugar a fuertes variaciones en la calidad y la tasa de bits. Por lo tanto, según una realización, las etapas de codificación 20 y 108 toman en cuenta el rango de mapeo de luminancia y, por consiguiente, encuentran una ΔQP adecuada para cada cuadro. Aquí, ΔQP denota una compensación QP para el cuadro actual w.r.t., el QP de referencia que se utiliza para codificar el primer cuadro. Se puede observar fácilmente en la Fig. 1 que, a fin de introducir la misma cuantificación efectiva a los valores de luminancia, los tamaños del paso cuantificador $Q_{\text{step},l}$ y $Q_{\text{step},k}$ del cuadro actual l y un cuadro arbitrario de referencia k tienen que estar relacionados de acuerdo con

25

30

$$Q_{\text{rel},l,k} = \frac{Q_{\text{step},l}}{Q_{\text{step},k}} = \frac{\log_2(Y_{\max,k}/Y_{\min,k})}{\log_2(Y_{\max,l}/Y_{\min,l})}. \quad (10)$$

[0063] Teniendo en cuenta el hecho de que, por definición Q_{step} se duplica aproximadamente cuando el valor de QP aumenta en 6 unidades, podemos afirmar que:

35

$$Q_{\text{rel},l,k} \approx 2^{\Delta QP_{l,k}/6} \Rightarrow \Delta QP_{l,k} = \text{round}(6 \log_2(Q_{\text{rel},l,k})). \quad (11)$$

[0064] En este trabajo siempre utilizamos el primer cuadro de una secuencia como cuadro de referencia para el cálculo de valores de compensación QP para cada cuadro. Es decir, un cuadro arbitrario l se cuantificará con $QP = QP_1 + \Delta QP_{1,l}$.

40

2. RESULTADOS EXPERIMENTALES

[0065] Para evaluar el mapeo de luminancia a brillo temporalmente coherente de la Sección 1, se llevaron a cabo experimentos de codificación con tres secuencias de prueba HDR: Panorama, Túnel y Sol. Todas las secuencias tienen una resolución de 640×480 píxeles y un índice de cuadros de 30 fps (cuadros por segundo). La secuencia de prueba del panorama se generó por un paneo de 8.000×4.000 píxeles de la imagen panorámica HDR. Se muestran zonas interiores oscuras así como también reflejos muy brillantes del sol desde el exterior de una ventana. Su rango dinámico total es del orden de $10^{10}:1$. Ambos, el Túnel y el Sol fueron tomados desde el interior de un vehículo con una cámara de vídeo HDR y están disponibles gratuitamente en Max-Planck Institute [8]. El primero muestra un recorrido a través de un túnel oscuro, el último muestra un recorrido en una carretera de cara al sol brillante. El rango dinámico total representado en estas secuencias es de $10^5:1$ y $10^7:1$, respectivamente. En nuestros experimentos hemos utilizado dos sistemas métricos para evaluar la calidad de los vídeos HDR decodificados: el predictor de diferencias visibles (VDP, según sus siglas en inglés) de HDR [9] y la relación máxima de señal-a-ruido perceptualmente uniforme (PSNR PU, según sus siglas en inglés) [10]. El primero estima el porcentaje de píxeles en un par de imágenes que el observador notará diferentes con una probabilidad de más del 75%. El último sistema métrico es una extensión directa del sistema métrico común de PSNR para HDR. Para las imágenes LDR se supone que los valores de código de píxeles con corrección gama son perceptualmente uniformes, es decir, amplitudes iguales de error son igualmente visibles en las regiones brillantes y oscuras de una imagen. Sin embargo, esta hipótesis no se aplica a imágenes HDR y, por lo tanto, los valores de código deben ajustarse a escala en un espacio perceptualmente uniforme antes de poder calcular los valores PSNR significativos [10].

[0066] Para codificar las secuencias, primero se transforman desde valores RGB de punto flotante al espacio LogLuv y, a continuación, se codifican con el software de referencia H.264/AVC JM 17.2. El componente de brillo se codifica con una profundidad de bits de 12 bits/muestra, los componentes u' y v' son submuestreados por un factor de dos verticalmente y horizontalmente y codificados con 8 bits/muestra. Utilizamos la misma configuración del perfil alto H.264/AVC con una transformada de 8×8 , estructura IPPP GOP, período intra cuadro de 15 y CABAC habilitado para todos los experimentos. Se selecciona un QP establecido de referencia para cada ejecución del codificador y el control de tasa no está activado. Sin embargo, el QP por cuadros puede desviarse de este QP de referencia tal como se describe en la Sección 1.3. Después de decodificar las secuencias, se asignan de nuevo a los valores de punto flotante RGB y su calidad se evalúa de acuerdo con los sistemas métricos descritos anteriormente.

[0067] En particular, la Fig. 7 muestra los resultados de codificación para tres casos: el mapeo temporalmente coherente de acuerdo con la Sección 1 ("propuesta"), la adaptación por cuadros para cada cuadro sin coherencia temporal ("por cuadros") [6] y el mapeo constante del rango de luminancia visual total [10^{-4} , 10^8] ("rango visual"). Fila superior: predictor de diferencias visibles (VDP). Fila inferior: relación máxima de señal-a-ruido perceptualmente uniforme (PU PSNR).

[0068] La Fig. 7 muestra los resultados de codificación para todas las secuencias de prueba en términos del VDP promedio entre todos los cuadros decodificados (fila superior) y en términos de PSNR PU promedio del componente de luminancia (fila inferior). En particular, la Fig. 7 muestra los resultados de codificación para tres casos: el mapeo temporalmente coherente ("propuesto"), la adaptación por cuadros para cada cuadro sin coherencia temporal ("por cuadros") [6] y el mapeo constante del rango de luminancia visual total [10^{-4} , 10^8] ("rango visual"). Fila superior: predictor de diferencias visibles (VDP). Fila inferior: relación máxima de señal-a-ruido perceptualmente uniforme (PU PSNR).

[0069] El procedimiento propuesto ("propuesto") se compara con dos procedimientos de referencia en la Fig. 7: la adaptación directa por cuadros del mapeo de luminancia a brillo del rango dinámico de cada cuadro, sin tener en cuenta la coherencia temporal ("por cuadros") [6] y el mapeo constante del rango de luminancia total perceptible [10^{-4} , 10^8] ("rango visual"). En este último caso, el rango de luminancia de la función de mapeo podría exceder el rango de luminancias existentes en muchas secuencias de vídeo HDR. Sin embargo, en una aplicación de codificación en tiempo real no es posible reducir el rango de mapeo al rango absoluto de luminancia de una secuencia, ya que esto precisaría el procesamiento de toda la secuencia antes de la codificación. La Fig. 7 muestra claramente que el mapeo propuesto supera significativamente los procedimientos de referencia para todas las secuencias de prueba. Vale la pena señalar aquí que el sistema métrico VDP es un sistema métrico de umbral que sólo ofrece una estimación sobre si un píxel se percibe como erróneo o no. No indica lo molesto que es este error para un observador. Así, por ejemplo, los resultados de la Fig. 7(a) se pueden interpretar de la siguiente manera: si permitimos que aproximadamente el 1% de los píxeles se perciban de forma errónea, con el mapeo propuesto sólo

se necesita una tasa de bits de menos de 2.500 kbits/s. Esta es una reducción de alrededor del 50% (25%) en comparación con 5.000 kbits/s (3.250 kbits/s) que tenemos que utilizar para alcanzar el mismo valor de VDP en el escenario de "rango visual" ("por cuadros"). Del mismo modo se pueden observar grandes recortes de tasas para las secuencias de prueba de Túnel y Sol en las Fig. 7(b) y (c).

5

[0070] Como era de esperar, los resultados de PU PSNR en las Figs. 7(d) – (f) muestran características de rendimiento similares a los resultados de VDP para todas las secuencias. Además, permiten una conclusión cuantitativa de la ganancia en cuanto a calidad que se puede lograr con el procedimiento propuesto para un rango amplio de tasas de bits. Por ejemplo, para la secuencia de Panorama, el valor de PU PSNR del procedimiento propuesto es superior al valor de PU PSNR del mapeo de "rango visual" en 3 dB a 3250 kbits/s (véase la Fig. 7(d)). Esto significa que el error cuadrático medio en el espacio de luminancia perceptualmente uniforme se divide por la mitad a la misma tasa de bits y la calidad visual aumenta significativamente.

10

[0071] Vale la pena señalar que para la secuencia de Panorama, el mapeo adaptativo por cuadros tiene un efecto muy negativo en la eficacia de codificación en comparación con el mapeo no adaptativo de "rango visual". Esta secuencia muestra variaciones muy grandes y rápidas de su rango dinámico y, por lo tanto, en el caso del mapeo adaptativo por cuadros, la predicción temporal falla (véanse las Figs. 7(a),(d)). Por otro lado, se puede observar en las Figs. 7(b) y (e) que el procedimiento propuesto lleva a cabo un mapeo casi idéntico al mapeo "por cuadros". En esta secuencia, los cambios temporales del rango dinámico son muy leves. En nuestros experimentos hemos observado además que para el mapeo "por cuadros" existen fuertes variaciones temporales de la tasa de bits y la calidad cada vez que el rango dinámico cambia de manera significativa. Este efecto negativo podría evitarse por la cuantificación temporalmente coherente y el mapeo del procedimiento propuesto.

15

20

3. CONCLUSIONES

25

[0072] En la Sección 1, por lo tanto, se ha propuesto un mapeo adaptativo de luminancia a brillo que permite la compresión del rango dinámico alto de punto flotante de datos de vídeo con el estándar de codificación de vídeo H.264/AVC de última generación. A diferencia de otros procedimientos, el mapeo se adapta al rango dinámico de cada cuadro. Sin embargo, la coherencia temporal se sustenta aprovechando las herramientas de predicción ponderada de H.264/AVC y aplicando una adaptación por cuadros del parámetro de cuantificación de acuerdo con la función de mapeo. No es necesario tener información lateral adicional y se puede observar una disminución importante de tasa de bits de hasta un 50% en comparación con los procedimientos no adaptativos en la misma calidad.

30

[0073] Por último, cabe señalar que todos los detalles presentados en las Secciones 1–3 también podrían variar en algún sentido. Por ejemplo, ni los parámetros de ponderación/compensación mencionados con respecto a las Figs. 1–5, ni los parámetros de ponderación/compensación mencionados en las Secciones 1–3, se limitan a aquellos del estándar H.264/AVC, es decir, $\log WD$, \hat{w} y \hat{o} . Los parámetros de ponderación/compensación se podrían transmitir en forma de distintos elementos de sintaxis. En particular, no es necesario dividir la transmisión del

35

parámetro de ponderación en dos entidades de elementos de sintaxis de $\log WD$, \hat{w} . Del mismo modo, cabe señalar que la secuencia 30 y 30', respectivamente, podrían ser codificadas en forma de una secuencia IPPPP... – o en forma de IPPPP ... GOPs – mediante el uso del cuadro respectivo inmediatamente anterior como cuadro de referencia. El primer cuadro I podría representar un cuadro de inicio como se mencionó en la Sección 1.3 que se refiere a que el parámetro de cuantificación se puede reajustar. Sin embargo, todas las realizaciones descritas anteriormente no se limitan a dicho tipo de secuencia. Incluso los cuadros B se podrían utilizar dentro del esquema de codificación en la etapa de codificación de vídeo 20 y en la etapa de decodificación de vídeo 108 cuando se toman medidas adicionales en el regulador de parámetros 22 a fin de satisfacer las limitaciones que plantean ambos parámetros de ponderación/compensación para el cuadro actual con respecto a los dos cuadros de referencia, es decir, teniendo en cuenta los parámetros de ponderación/compensación del cuadro de referencia y los parámetros de ponderación/compensación del otro cuadro de referencia del cuadro actual con ambos pares de parámetros que se transmiten dentro de la corriente de datos.

40

45

50

[0074] Además, como ya se ha señalado anteriormente, en lugar de un mapeo de luminancia a brillo, otro mapeo podría ser el tema de las realizaciones descritas anteriormente. En otras palabras, los valores de muestra podrían pertenecer a otra información distinta a la luminancia. Asimismo, la implementación de la etapa de codificación de vídeo 20 y la etapa de decodificación de vídeo 108 de las Figs. 2 y 4 han de entenderse únicamente como ilustrativas. Por ejemplo, el codificador de entropía 62 responsable de la codificación de entropía de la señal residual 88 podría interrumpirse. De forma similar, un decodificador de entropía 129 podría conectarlo opcionalmente

55

entre la entrada 128 y el reconstructor residual 118 de la etapa de decodificación de vídeo 108 de la Fig. 4.

[0075] Aunque algunos aspectos han sido descritos en el contexto de un aparato, es evidente que estos aspectos representan también una descripción del procedimiento correspondiente, en donde un bloque o dispositivo
5 corresponde a un paso del procedimiento o una característica de un paso del procedimiento. De forma análoga, los aspectos descritos en el contexto de un paso del procedimiento también representan una descripción de un bloque o elemento o característica correspondiente de un aparato respectivo. Algunas o todas las etapas del procedimiento se pueden llevar a cabo por (o con) un aparato de hardware tal como, por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunas realizaciones, alguno o más de la mayoría de los pasos
10 importantes del procedimiento se pueden llevar a cabo por dicho aparato.

[0076] La corriente de datos de la invención se puede almacenar en un medio de almacenamiento digital o se puede transmitir en un medio de transmisión tal como un medio de transmisión inalámbrico o un medio de transmisión por cable tal como Internet.

15

[0077] Dependiendo de ciertos requisitos de implementación, las realizaciones de la invención se pueden implementar en hardware o en software. La implementación se puede llevar a cabo mediante el uso de un medio de almacenamiento digital, por ejemplo un disco flexible, un DVD, un Blu-Ray, un CD, una memoria ROM, una memoria PROM, una memoria EPROM, una memoria EEPROM o una memoria FLASH, que tienen señales de control de
20 lectura electrónica almacenadas en los mismos, cuyas señales cooperan (o son capaces de cooperar) con un sistema de computación programable de tal forma que se realice el procedimiento respectivo. Por lo tanto, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

[0078] Algunas realizaciones según la invención comprenden un soporte de datos que tiene señales de control de lectura electrónica, las cuales son capaces de cooperar con un sistema de ordenador programable, de tal manera que se realice uno de los procedimientos descritos en esta invención.

25

[0079] En general, las realizaciones de la presente invención se pueden implementar como un producto de programa informático con un código de programa, cuyo código de programa es operativo para llevar a cabo uno de los procedimientos cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. El código del programa se puede almacenar, por ejemplo, en un soporte legible por ordenador.

30

[0080] Otras realizaciones comprenden los programas informáticos para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención, almacenados en un soporte legible por ordenador.

35

[0081] En otras palabras, una realización del procedimiento de la invención es, por lo tanto, un programa informático que tiene un código de programa para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

[0082] Otra realización de los procedimientos de la invención es, por lo tanto, un soporte de datos (o un medio de almacenamiento digital, o un medio legible por ordenador) que comprende, grabado en el mismo, el programa informático para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención. El soporte de datos, el medio de almacenamiento digital o el medio grabado son generalmente tangibles y/o no transitorios.

40

[0083] Una realización adicional del procedimiento de la invención es, por lo tanto, una corriente de datos o una secuencia de señales que representan el programa informático para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención. La corriente de datos o la secuencia de señales, por ejemplo, pueden estar configuradas para ser transferidas a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, a través de Internet.

45

[0084] Una realización adicional comprende un medio de procesamiento, por ejemplo, un ordenador, o un dispositivo lógico programable, configurado o adaptado para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención.

[0085] Una realización adicional comprende un ordenador que tiene instalado en el mismo el programa informático para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención.

55

[0086] Una realización adicional según la invención comprende un aparato o un sistema configurado para transferir (por ejemplo, por vía electrónica u óptica) un programa informático para llevar a cabo uno de los

procedimientos descritos en esta invención a un receptor. El receptor puede ser, por ejemplo, un ordenador, un dispositivo móvil, un dispositivo de memoria o similar. El aparato o sistema puede comprender, por ejemplo, un servidor de archivos para transferir el programa informático al receptor.

5 **[0087]** En algunas realizaciones, un dispositivo lógico programable (por ejemplo, un arreglo de puerta programable de campo) se puede utilizar para llevar a cabo algunas o todas las funcionalidades de los procedimientos descritos en esta invención. En algunas realizaciones, un arreglo de puerta programable de campo puede cooperar con un microprocesador para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención. En general, los procedimientos se llevarán a cabo, preferentemente, por cualquier aparato de hardware.

10 **[0088]** Las realizaciones anteriormente descritas son simplemente ilustrativas de los principios de la presente invención. Se entiende que las modificaciones y variaciones de los arreglos y los detalles descritos en esta invención serán evidentes para otros expertos en la materia. Es la intención, por lo tanto, de que la invención esté limitada solamente por el alcance de las reivindicaciones inminentes de la patente y no por los detalles específicos presentados a modo de descripción y explicación de las realizaciones de esta invención.

[0089] Incluso en otras palabras se han descrito realizaciones adecuadas para una compresión eficaz de las secuencias de vídeo de alto rango dinámico (HDR). Con el fin de obtener una representación codificada que sea compatible con el estándar de codificación de vídeo H.264/AVC, los valores de HDR de valor flotante son asignados a una representación adecuada de número entero. El mapeo utilizado se adapta al rango dinámico de cada cuadro de vídeo. Además, para compensar la variación de contraste dinámico asociado a través de los cuadros se introduce un procedimiento de predicción ponderada y adaptación de cuantificación.

[0090] Desde otro punto de vista, las realizaciones anteriores son una mejora de la transformada Adaptativa–LogLuv también descrita en el documento EP10151074.1.. Básicamente se ha utilizado un mapeo adaptativo logarítmico de valores flotantes a números enteros similar al documento EP10151074.1. Los parámetros de este mapeo, sin embargo, ya no son totalmente libres. En cambio, según las realizaciones anteriores, están restringidos para adaptarse a las características de los códecs de vídeo H.264/AVC y, especialmente, la herramienta de predicción ponderada (WP) de H.264/AVC. Con estas restricciones, se obtienen los siguientes beneficios: (1) La herramienta de WP se puede utilizar para garantizar la coherencia temporal. (2) La sintaxis H.264/AVC para WP se puede utilizar para indicar los parámetros de mapeo de LogLuv, eliminando así la necesidad de información lateral adicional. En la descripción anterior se ha demostrado la manera de adaptar el parámetro de cuantificación del codificador H.264/AVC en función del mapeo adaptativo.

35 REFERENCIAS

[0091]

- [1] Erik Reinhard, Greg Ward, Sumanta Pattanaik, and Paul Debevec, High Dynamic Range Imaging: Acquisition, Display, and Image–Based Lighting, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2005.
- [2] J. A. Ferwerda, “Elements of early vision for computer graphics,” IEEE Comp. Graph. and Appl., vol. 21, no. 5, pp. 22–33, 2001.
- [3] Gregory Ward Larson, “The LogLuv encoding for full gamut, highdynamic range images,” Journal of Graph. Tools, vol. 3, no. 1, pp. 15–31, 1998.
- 45 [4] Rafał Mantiuk, Grzegorz Krawczyk, Karol Myszkowski, and Hans–Peter Seidel, “Perception–motivated high dynamic range video encoding,” ACM Trans. Graph., vol. 23, no. 3, pp. 733–741, 2004.
- [5] Masahiro Okuda and Nicola Adami, “Effective color space representation for wavelet based compression of HDR images,” in International Conference on Image Analysis and Processing, 2007, pp. 388–392.
- [6] Ajit Motra and Herbert Thoma, “An adaptive LogLuv transform for high dynamic range video compression,” in Proc. Intl. Conf. on Image Processing (ICIP), Hong Kong, China, Sept. 2010.
- 50 [7] J.M. Boyce, “Weighted prediction in the H.264/MPEG AVC video coding standard,” in Proc. Intl. Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), May 2004, pp. 789–792.
- [8] Grzegorz Krawczyk, “HDR video environment maps samples,” <http://www.mpi-inf.mpg.de/resources/hdr/video/>, MPI
- 55 [9] Rafał Mantiuk, Scott Daly, Karol Myszkowski, and Hans–Peter Seidel, “Predicting visible differences in high dynamic range images – model and its calibration,” in SPIE Human Vision and Electronic Imaging X, 2005.
- [10] TunC, Ozan Aydın, Rafał Mantiuk, and Hans–Peter Seidel, “Extending quality metrics to full dynamic range images,” in SPIE Human Vision and Electronic Imaging XIII, San Jose, USA, Jan. 2008.

REIVINDICACIONES

1. El codificador de vídeo para la codificación de una primera secuencia (12) de cuadros (14) cuyos valores de muestra (16) están representados en un primer formato que abarca un primer rango dinámico, que 5 comprende:

un convertidor de valor de muestra (18) configurado para convertir los valores de muestra (16) de los cuadros (14) de la primera secuencia (12) desde el primer formato en un segundo formato que tiene un segundo rango dinámico más bajo que el primer rango dinámico, mediante el uso de una función de mapeo (36) que asigna una porción (38) 10 del primer rango dinámico (40), que se puede establecer por un parámetro de mapeo (45), al segundo rango dinámico (42), con el fin de obtener una segunda secuencia (30) de cuadros (32); y

una etapa de codificación de vídeo (26) configurada para codificar la segunda secuencia (30) de cuadros (32) por la predicción ponderada temporal de un primer cuadro de la segunda secuencia (30) mediante el uso de un segundo 15 cuadro de la segunda secuencia (30) de una versión reconstruida del segundo cuadro de la segunda secuencia (30), ponderado por un parámetro de ponderación y compensado por un parámetro de compensación, como referencia;

caracterizado porque

20 un regulador de parámetros (22) para establecer el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación (50) en función del parámetro de mapeo (45) para el segundo cuadro de la primera secuencia correspondiente al segundo cuadro de la segunda secuencia, y fijar el parámetro de mapeo para un primer cuadro de la primera secuencia correspondiente al primer cuadro de la segunda secuencia, dependiendo del parámetro de mapeo para el 25 segundo cuadro de la primera secuencia, el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación, mediante la determinación de una porción ocupada del primer rango dinámico (40) dentro del cual se distribuyen los valores de muestra (16) del primer cuadro de la primera secuencia (12), y

establecimiento del parámetro de ponderación y el parámetro de compensación (50) y el parámetro de mapeo para el primer cuadro de la primera secuencia, correspondiente al primer cuadro de la segunda secuencia al mismo 30 tiempo de tal modo que el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación desplacen y ajusten a escala la porción fuera del primer rango dinámico (40) como se establece por el parámetro de mapeo para el segundo cuadro de la primera secuencia correspondiente al segundo cuadro de la segunda secuencia, para resultar en un intervalo que captura la porción ocupada, siendo el intervalo la porción fuera del primer rango dinámico (40) 35 establecido por el parámetro de mapeo para el primer cuadro de la primera secuencia.

2. Codificador de vídeo según la reivindicación 1, en el que el regulador de parámetros (22) está configurado para determinar una porción ocupada del primer rango dinámico (40) dentro del cual los valores de muestra (16) del primer cuadro de la primera secuencia (12) son distribuidos y establecer el parámetro de ponderación (50) y el parámetro de compensación (50) y dependiendo del parámetro de ponderación (50) y el 40 parámetro de compensación (38), el parámetro de mapeo para el primer cuadro de la primera secuencia tal como la porción establecida por el parámetro de mapeo para el primer cuadro de la primera secuencia (12) se aproxima a la porción ocupada.

3. El codificador de vídeo según la reivindicación 1 ó 2, en el que el convertidor de valores de muestra 45 (18) está configurado para convertir el valor de muestra Y de los cuadros (14) de la primera secuencia (12) desde el primer formato en el segundo formato según

$$b \cdot (\log_m(\hat{Y}) - a)$$

50 en el que b y a representan el parámetro de mapeo y están relacionados con un límite inferior Y_{\min} y el límite superior Y_{\max} de la porción (38) del primer rango dinámico (40), Y_{\min} a Y_{\max} , según

$$b = \frac{2^n - 1}{\log_m(\hat{Y}_{\max} / \hat{Y}_{\min})}, a = \log_m(\hat{Y}_{\min})$$

55 en el que \log_m es una función logarítmica a una base m y n es un entero que indica un número entero de bits de

representación del segundo formato.

4. Codificador de vídeo según la reivindicación 3, en el que el regulador de parámetros (22) está configurado para determinar una porción ocupada del primer rango dinámico (40) dentro del cual se distribuyen los valores de muestra (16) del primer cuadro de la primera secuencia (12), y establecer el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación (50) de tal modo que

$$\frac{\log_m (\hat{Y}_{\max,k} / \hat{Y}_{\min,k})}{\log_m (\hat{Y}_{\max,l} / \hat{Y}_{\min,l})} \cdot 2^{\log_{WD}} = \hat{w}$$

$$\frac{\log_m (\hat{Y}_{\min,k} / \hat{Y}_{\min,l}) 2^n - 1}{\log_m (\hat{Y}_{\max,l} / \hat{Y}_{\min,l}) 2^{n-n_0}} = \hat{o}$$

de acuerdo con las limitaciones que

e

15

$$\hat{Y}_{\max,l} \geq Y_{\max,l} \qquad \hat{Y}_{\min,l} \leq Y_{\min,l}$$

- en el que Y_{\min} es un límite inferior, e Y_{\max} es un límite superior de la porción ocupada, n_0 es un número entero en relación con un rango de definición de \hat{o} , el índice 1 indexa el primer cuadro de la primera secuencia de cuadros, el índice k indexa el segundo cuadro de la primera secuencia de cuadros, \hat{w} y \log_{WD} representan el parámetro de ponderación, y \hat{o} representa el parámetro de compensación.

5. El codificador de vídeo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de codificación de vídeo (20) está configurada para utilizar un parámetro cuantificador de tamaño de la etapa al codificar la segunda secuencia (30) de cuadros, y el regulador de parámetros (22) está configurado para establecer el parámetro cuantificador de tamaño de la etapa para los cuadros (12) de la segunda secuencia (39) en función de una longitud de la porción establecida para los cuadros de la primera secuencia correspondiente a los cuadros respectivos de la segunda secuencia.

6. Codificador de vídeo según la reivindicación 5, en el que el regulador de parámetros (22) está configurado para codificar el parámetro cuantificado de tamaño de la etapa en una corriente de datos diferencialmente a un parámetro cuantificado de tamaño de la etapa para un cuadro de inicio de la segunda secuencia.

7. El codificador de vídeo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los valores de muestra de los cuadros de la primera secuencia son valores de luminancia de punto flotante, y los valores de muestra de los cuadros de la segunda secuencia son valores enteros de brillo.

8. Decodificador de vídeo para reconstruir una primera secuencia (102) de cuadros, cuyos valores de muestra están representados en un primer formato que abarca un primer rango dinámico, a partir de una corriente de datos, el cual comprende:

una etapa de decodificación de vídeo (108) configurada para reconstruir, a partir de la corriente de datos, una segunda secuencia (30) de cuadros (32), cuyos valores de muestra están representados en un segundo formato que abarca un segundo rango dinámico (42) inferior al primer rango dinámico, por una predicción ponderada temporal de un primer cuadro de la segunda secuencia (30') mediante el uso de un segundo cuadro de la segunda secuencia (30''), ponderado por un parámetro de ponderación y compensado por un parámetro de compensación compuesto por la corriente de datos, como referencia;

- un regulador de parámetros (110) configurado para establecer un parámetro de mapeo (132) para el primer cuadro

de la segunda secuencia (30'), y

un reconversor de valor de muestra (112) configurado para convertir los valores de muestra (34') de los cuadros (32') de la segunda secuencia desde el segundo formato al primer formato mediante el uso de una función de mapeo que asigna el segundo rango dinámico (42) sobre una porción del primer rango dinámico (40) que es fijada por el parámetro de mapeo para el cuadro respectivo de la segunda secuencia,

caracterizado porque el regulador de parámetros (110) está configurado para establecer el parámetro de mapeo (132) para el primer cuadro de la segunda secuencia (30') dependiendo de un parámetro de mapeo para el segundo cuadro de la segunda secuencia (30'), el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación.

9. Decodificador de vídeo según la reivindicación 8, en el que el parámetro de mapeo define una longitud de la porción (38) del primer rango dinámico (40) y un límite inferior y superior de la porción (38) del primer rango dinámico, y en el que el regulador de parámetros está configurado para establecer el parámetro de mapeo para el primer cuadro de la segunda secuencia (30') modificando una longitud de la porción (48) del primer rango dinámico (40), definido por el parámetro de movimiento para el segundo cuadro de la segunda secuencia (30'), en función del parámetro de ponderación para derivar la longitud de la porción (38) definida por el parámetro de movimiento para el primer cuadro de la segunda secuencia, y modificando un límite inferior o superior de la porción (48) del primer rango dinámico (40), definida por el parámetro de movimiento para el segundo cuadro de la segunda secuencia en función del parámetro de compensación, para derivar el primer cuadro de la segunda secuencia.

10. Decodificador de vídeo según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, en el que el reconversor de valores de muestra (112) está configurado para convertir el valor de muestra $L_n(34')$ de los cuadros (32') de la segunda secuencia (30') desde el primer formato en el segundo formato según

$$m^{(L_n + \varepsilon)b^{-1} + a}$$

en el que b y a representan el parámetro de mapeo y están relacionados con un límite inferior Y_{\min} y el límite superior Y_{\max} de la porción (38) del primer rango dinámico, Y_{\min} a Y_{\max} , según

$$b = \frac{2^n - 1}{\log_m(\hat{Y}_{\max} / \hat{Y}_{\min})}, a = \log_m(\hat{Y}_{\min})$$

en el que \log_m es una función logarítmica a una base m y n es un entero que indica un número entero de bits de representación del segundo formato.

11. Codificador de vídeo según la reivindicación 10, en la que el regulador de parámetros (110) está configurado para calcular a y b de tal modo que

$$\frac{\log_m(\hat{Y}_{\min,k} / \hat{Y}_{\min,l})}{\log_m(\hat{Y}_{\max,l} / \hat{Y}_{\min,l})} \frac{2^n - 1}{2^{n-n_s}} = \hat{\delta}$$

$$\frac{\log_m(\hat{Y}_{\max,k} / \hat{Y}_{\min,k})}{\log_m(\hat{Y}_{\max,l} / \hat{Y}_{\min,l})} \cdot 2^{\log_{WD}} = \hat{w}$$

en el que n_s es un número entero relacionado con un rango de definición de $\hat{\delta}$, el índice 1 indexa el primer cuadro de la segunda secuencia, el índice k indexa el segundo cuadro de la segunda secuencia, \hat{w} y \log_{WD} representan el parámetro de ponderación, y $\hat{\delta}$ representa el parámetro de compensación.

12. Decodificador de vídeo según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que la etapa de decodificación de vídeo (108) está configurada para utilizar un parámetro cuantificador de tamaño de la etapa al

reconstruir la segunda secuencia de cuadros, y el regulador de parámetros está configurado para establecer el parámetro cuantificador de tamaño de la etapa para los cuadros de la segunda secuencia en función de una longitud de la porción del primer rango dinámico, como se ha fijado para los cuadros respectivos de la segunda secuencia.

5 13. Decodificador de vídeo según la reivindicación 12, en el que el regulador de parámetro (110) está configurado para decodificar el parámetro de tamaño de la etapa del cuantificador desde la corriente de datos diferencialmente a un parámetro de tamaño de la etapa cuantificado para un cuadro de inicio de la segunda secuencia.

10 14. Decodificador de vídeo según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que los valores de muestra de los cuadros de la primera secuencia son valores de luminancia de punto flotante, y los valores de muestra de los cuadros de la segunda secuencia de valores enteros de brillo.

15. Procedimiento para codificar una primera secuencia (12) de cuadros (14) cuyos valores de muestra
15 (16) están representados en un primer formato que abarca un primer rango dinámico, que comprende:

convertir los valores de muestra (16) de los cuadros (14) de la primera secuencia (12) desde el primer formato en un segundo formato que tiene un segundo rango dinámico más bajo que el primer rango dinámico, mediante el uso de una función de mapeo (36) que asigna una porción (38) del primer rango dinámico (40), que se puede establecer por un parámetro de mapeo (45), al segundo rango dinámico (42), con el fin de obtener una segunda secuencia (30) de cuadros (32); y

codificar la segunda secuencia (30) de cuadros (32) por la predicción ponderada temporal de un primer cuadro de la segunda secuencia (30) mediante el uso de un segundo cuadro de la segunda secuencia (30) de una versión
25 reconstruida del segundo cuadro de la segunda secuencia (30), ponderado por un parámetro de ponderación y compensado por un parámetro de compensación, como referencia;

caracterizado por

30 establecer el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación (50) en función del parámetro de mapeo (45) para el segundo cuadro de la primera secuencia correspondiente al segundo cuadro de la segunda secuencia, y establecer el parámetro de mapeo para un primer cuadro de la primera secuencia correspondiente al primer cuadro de la segunda secuencia, dependiendo del parámetro de mapeo para el segundo cuadro de la primera secuencia, el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación, mediante

35 determinación de una porción ocupada del primer rango dinámico (40) dentro del cual se distribuyen los valores de muestra (16) del primer cuadro de la primera secuencia (12), y

establecimiento del parámetro de ponderación y el parámetro de compensación (50) y el parámetro de mapeo para el primer cuadro de la primera secuencia al mismo tiempo de tal modo que el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación desplacen y ajusten a escala la porción fuera del primer rango dinámico (40) como se establece por el parámetro de mapeo para el segundo cuadro de la primera secuencia para resultar en un intervalo que captura la porción ocupada, siendo el intervalo la porción fuera del primer rango dinámico (40) establecido por el parámetro de mapeo para el primer cuadro de la primera secuencia.

45 16. Procedimiento para reconstruir una primera secuencia (102) de cuadros, cuyos valores de muestra están representados en un primer formato que abarca un primer rango dinámico, a partir de una corriente de datos, que comprende

50 la reconstrucción, a partir de la corriente de datos, de una segunda secuencia (30') de cuadros (32'), cuyos valores de muestra están representados en un segundo formato que abarca un segundo rango dinámico (42) inferior al primer rango dinámico, por una predicción ponderada temporal de un primer cuadro de la segunda secuencia (30') mediante el uso de un segundo cuadro de la segunda secuencia (30'), ponderado por un parámetro de ponderación y compensado por un parámetro de compensación compuesto por la corriente de datos, como referencia;

55 establecimiento de un parámetro de mapeo (132) para el primer cuadro de la segunda secuencia (30'); y

conversión de los valores de muestra (34') de los cuadros (32') de la segunda secuencia desde el segundo formato al primer formato mediante el uso de una función de mapeo que asigna el segundo rango dinámico (42) sobre una

porción del primer rango dinámico (40) que es fijada por el parámetro de mapeo para el cuadro respectivo de la segunda secuencia,

caracterizado porque el establecimiento del parámetro de mapeo (132) para el primer cuadro de la segunda secuencia (30') se lleva a cabo dependiendo de un parámetro de mapeo para el segundo cuadro de la segunda secuencia (30'), el parámetro de ponderación y el parámetro de compensación.

17. Medio de almacenamiento digital legible por ordenador que almacena en el mismo un programa informático que tiene un código de programa para llevar a cabo, cuando se ejecuta en un ordenador, un procedimiento según la reivindicación 15 ó 16.

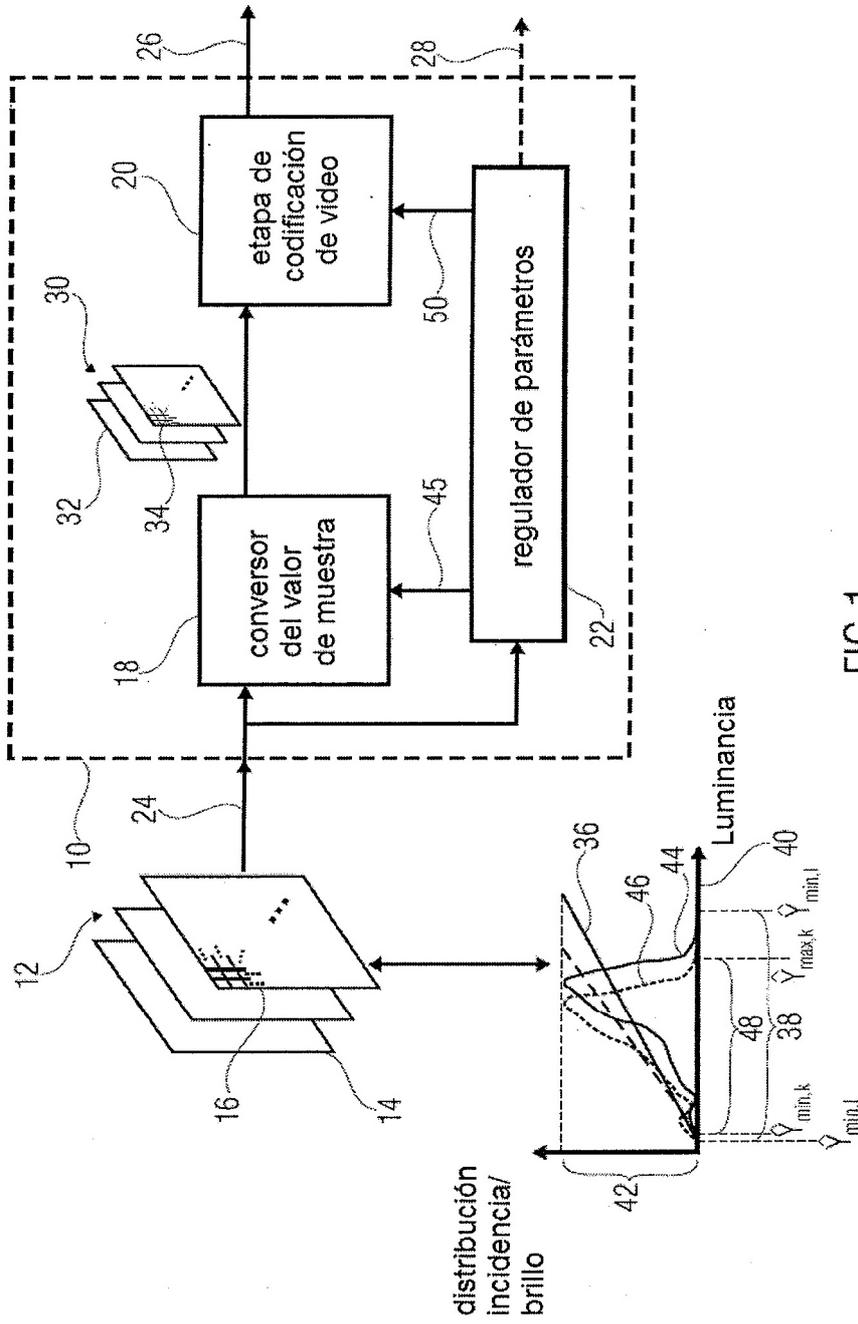


FIG 1

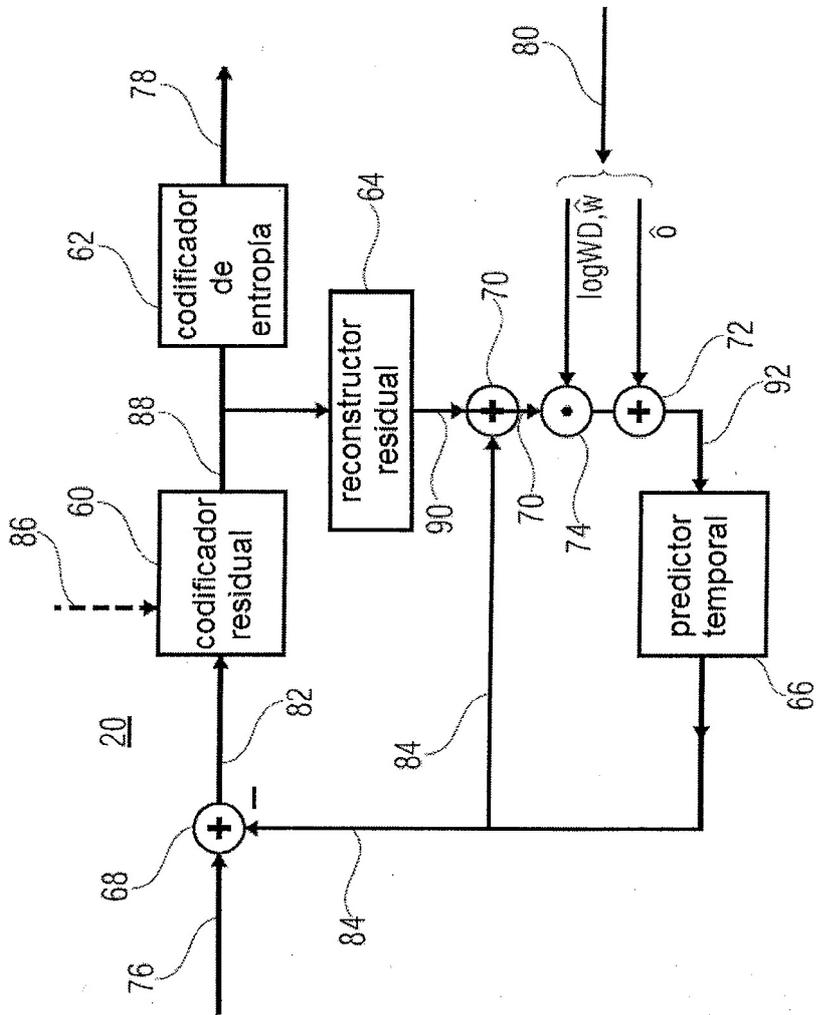


FIG 2

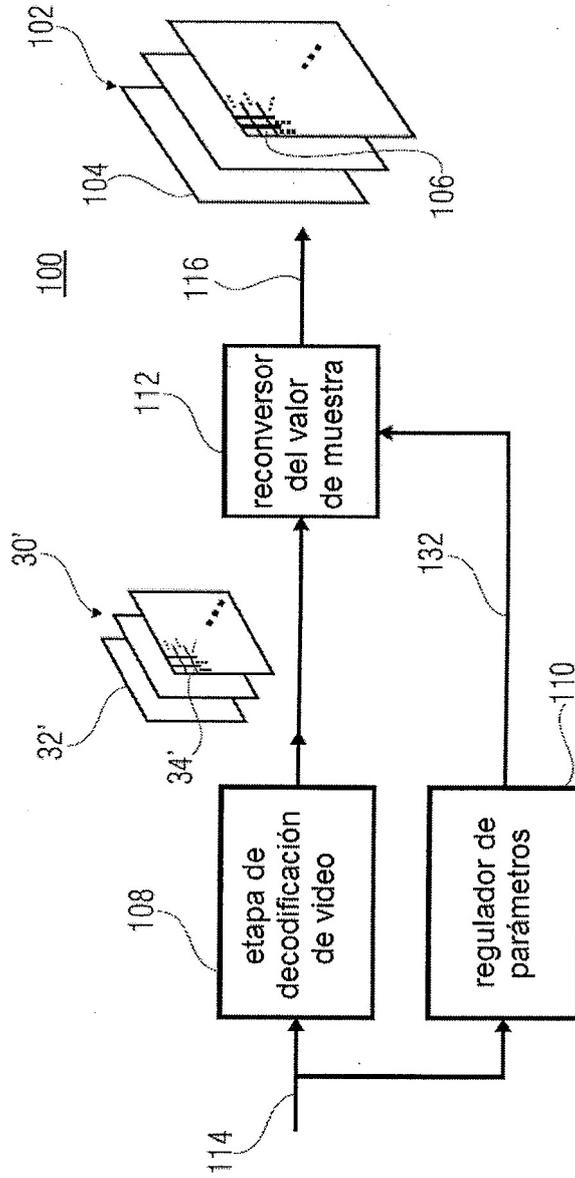


FIG 3

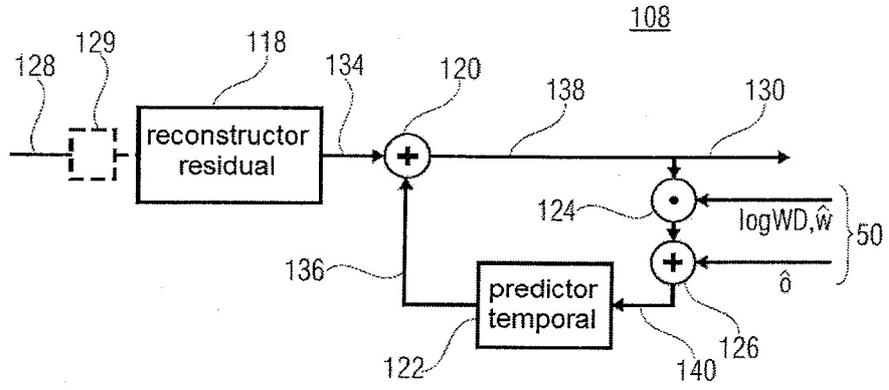


FIG 4

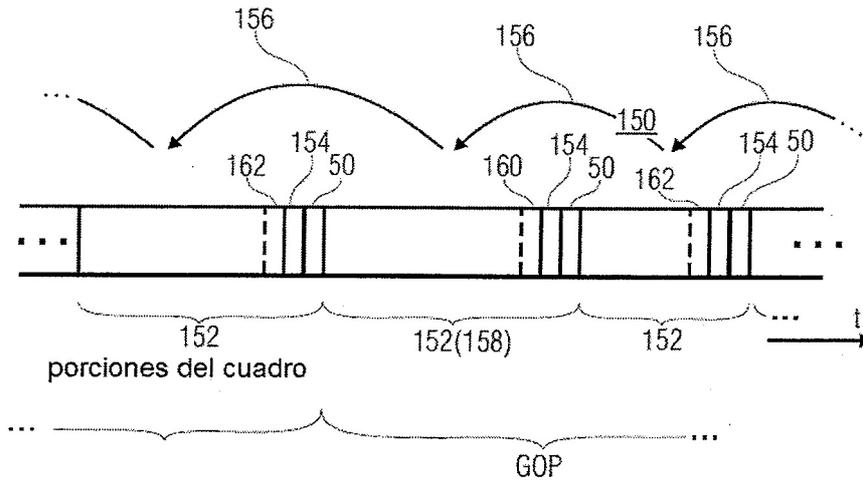


FIG 5

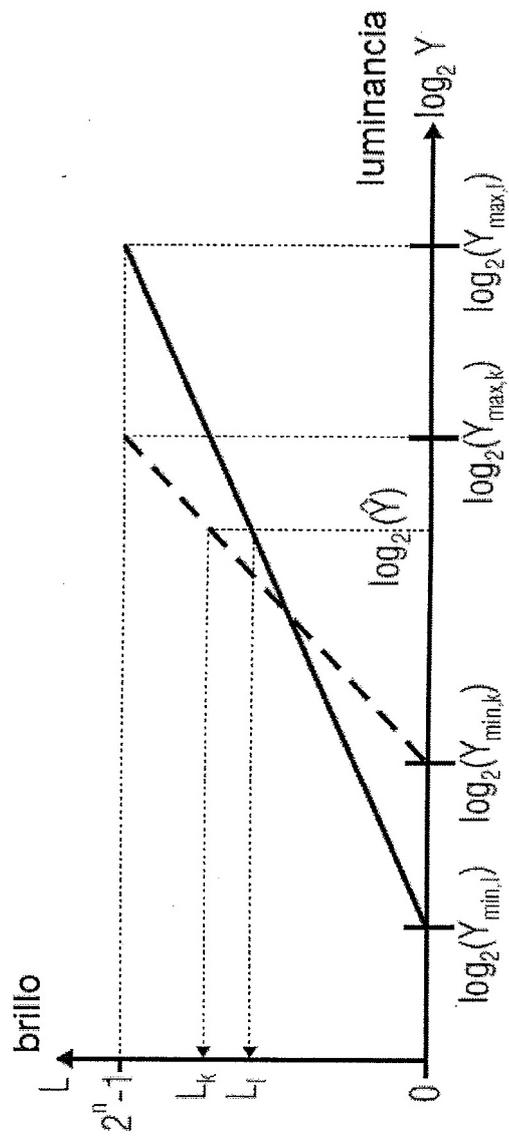


FIG 6

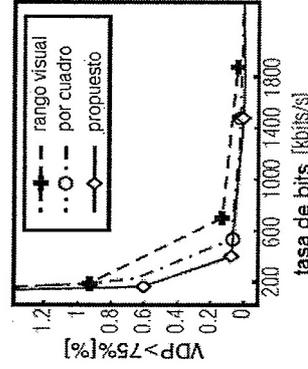


FIG. 7 (C) SOLVDP

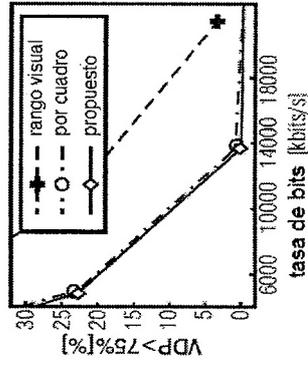


FIG. 7 (B) TÚNEL VDP

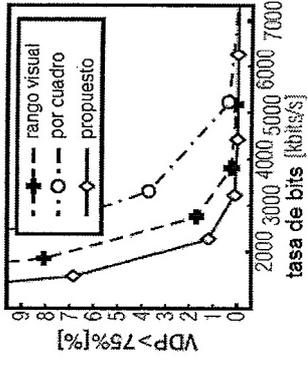


FIG. 7 (A) PANORAMA VDP

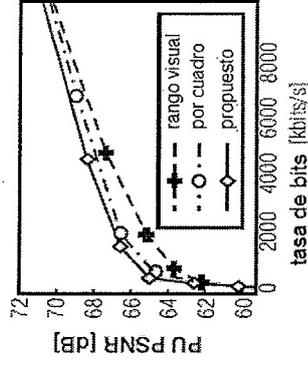


FIG. 7 (F) SOL PU PSNR

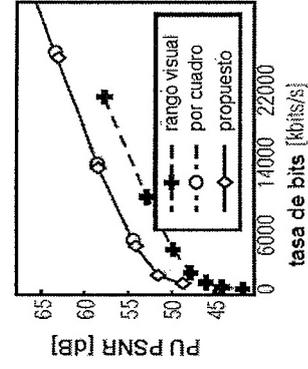


FIG. 7 (E) TÚNEL PU PSNR

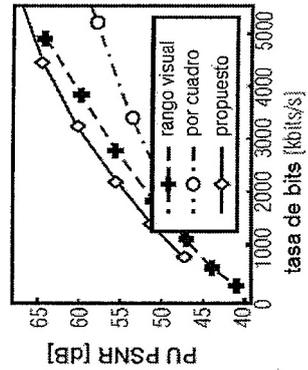


FIG. 7 (D) PANORAMA PU PSNR