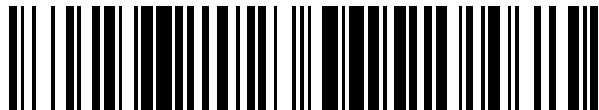


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 930**

51 Int. Cl.:

H03M 7/30 (2006.01)
H04N 19/126 (2014.01)
H04N 19/136 (2014.01)
H04N 19/176 (2014.01)
H04N 19/18 (2014.01)
H04N 19/184 (2014.01)
H04N 19/42 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.08.2002 E 06019033 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 1753243**

54 Título: **Normalización de cuantificación y transformada entera conjuntas utilizando una representación de mantisa - exponente de un parámetro de cuantificación**

30 Prioridad:

09.08.2001 US 311436 P
30.11.2001 US 319018 P
02.05.2002 US 139036

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.04.2018

73 Titular/es:

DOLBY INTERNATIONAL AB (100.0%)
Apollo Building, 3E, Herikerbergweg 1-35
1101 CN Amsterdam Zuidoost, NL

72 Inventor/es:

KEROFSKY, LOUIS JOSPEH

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 661 930 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

Normalización de cuantificación y transformada entera conjuntas utilizando una representación de mantisa – exponente de un parámetro de cuantificación

Antecedentes de la invención

5 1. Campo de la invención

Esta invención está relacionada, en general, con técnicas de compresión de vídeo y, más en particular, con un método para reducir el número de bits necesario para el cálculo de transformaciones de codificación de vídeo.

2. Descripción de la técnica asociada

10 Un formato de información de vídeo proporciona información visual capaz de activar una pantalla de televisión, o de almacenarse en una cinta de vídeo. En general, los datos de vídeo se organizan en orden jerárquico. Una secuencia de vídeo se divide en grupos de tramas, y cada uno de los grupos puede estar compuesto por una serie de tramas simples. Cada una de las tramas es prácticamente equivalente a una imagen fija, siendo las imágenes fijas actualizadas con la suficiente frecuencia como para simular una presentación de movimiento continuo. Además, una trama se divide en láminas, o secciones horizontales que ayudan a diseñar el sistema resistente a errores. Cada una de las láminas se codifica de forma independiente de modo que los errores no se propagan entre láminas. Una lámina está formada por macrobloques. En los estándares H.26P y Motion Picture Experts Group (MPEG)-X (Grupo de Expertos de Imágenes en Movimiento), un macrobloque está formado por hasta 16 x 16 píxeles luma y un conjunto correspondiente de píxeles croma, dependiendo del formato de vídeo. Un macrobloque siempre tiene un número entero de bloques, siendo la matriz de 8 x 8 píxeles la unidad de codificación más pequeña.

La compresión de vídeo es un componente crítico para cualquier aplicación que requiera transmisión o almacenamiento de datos de vídeo. Las técnicas de compresión compensan el movimiento reutilizando la información almacenada en diferentes áreas de la trama (redundancia temporal).

25 La compresión también se consigue transformando los datos del dominio espacial al dominio de la frecuencia. La compresión de vídeo digital híbrido, que explota la redundancia temporal mediante compensación de movimiento y la redundancia espacial mediante transformación como, por ejemplo, la Transformada de Coseno Discreta (DCT), es la base de los estándares internacionales H.26P y MPEG-X.

30 Tal como se indica en la Patente de los EE.UU. 6.317.767 (Wang), la DCT y la transformada inversa de coseno discreta (IDCT) se utilizan ampliamente en operaciones para el procesamiento de señales de datos de imágenes. Ambas se utilizan, por ejemplo, en los estándares internacionales para la compresión de vídeo de imágenes en movimiento propuestos por el MPEG. La DCT tiene ciertas propiedades que producen modelos de codificación simplificados y eficientes. Cuando se aplican a una matriz de datos de píxeles, la DCT es un método para descomponer un bloque de datos en una suma ponderada de frecuencias espaciales, o coeficientes DCT. Inversamente, la IDCT se utiliza para transformar una matriz de coeficientes DCT de nuevo en datos de píxeles.

35 Los codec de vídeo digital (DV) son un ejemplo de un dispositivo que utiliza un método de compresión de datos basado en DCT. En la etapa de división en bloques, la trama de imágenes se divide en bloques de N por N de información de píxeles que incluyen, por ejemplo, datos de brillo y color de cada píxel. Un tamaño de bloque normal es ocho píxeles horizontalmente por ocho píxeles verticalmente. A continuación los bloques de píxeles se "mezclan" de modo que se agrupan conjuntamente distintos bloques de diferentes partes de la imagen. La mezcla mejora la uniformidad de la calidad de la imagen.

40 Se registran diferentes campos en diferentes instantes de tiempo. Para cada uno de los bloques de datos de píxeles, un detector de movimiento busca diferencias entre dos campos de una trama. La información de movimiento se envía a la siguiente etapa de procesamiento. En la etapa siguiente, la información de los píxeles se transforma utilizando una DCT. Por ejemplo, una DCT 8-8 toma ocho entradas y devuelve ocho salidas en ambas direcciones horizontal y vertical. Los coeficientes DCT resultantes se ponderan a continuación multiplicando cada uno de los bloques de coeficientes DCT mediante constantes de ponderación.

45 En la siguiente etapa, los coeficientes DCT ponderados se cuantifican. La cuantificación redondea cada uno de los coeficientes DCT dentro de un cierto rango de valores para que sean el mismo número. La cuantificación tiende a establecer a cero los componentes de frecuencias más altas de la matriz de frecuencias, provocando que los datos a almacenar sean mucho menores. Sin embargo, como el ojo humano es más sensible a las frecuencias bajas, en esta etapa se pierde muy poca calidad de imagen perceptible.

50 La etapa de cuantificación incluye convertir la matriz de dos dimensiones de coeficientes cuantificados en un flujo lineal de datos de una dimensión leyendo los valores de la matriz en forma de zigzag y dividiendo en segmentos

el flujo lineal de una dimensión de los coeficientes cuantificados, donde cada uno de los segmentos está formado por una cadena de coeficientes cero seguidos por un coeficiente cuantificado distinto de cero. A continuación se lleva a cabo la codificación de longitud variable (VLC) transformando cada uno de los segmentos, que están formados por el número de coeficientes cero y la amplitud del coeficiente distinto de cero del segmento, en una palabra codificada de longitud variable. Por último, un proceso de entramado empaqueta 30 bloques de coeficientes cuantificados codificados con longitud variable en cinco bloques de sincronización de longitud fija.

La descodificación es esencialmente el proceso inverso del de codificación descrito más arriba. En primer lugar se desentraman el flujo digital. A continuación la descodificación de longitud variable (VLD) desempaqueta los datos de modo que se pueden restaurar los coeficientes individuales. Después de la cuantificación inversa de los coeficientes, se aplica al resultado una ponderación inversa y una transformada inversa de coseno discreta (IDCT). Los pesos inversos son los inversos multiplicativos de los pesos que se aplicaron en el proceso de codificación. A continuación, la IDCT procesa la salida de la función de ponderación inversa.

Se ha realizado mucho trabajo estudiando formas de reducir la complejidad en el cálculo de la DCT y la IDCT. Los algoritmos que calculan las IDCT de dos dimensiones se denominan algoritmos de "tipo I". Los algoritmos de tipo I son fáciles de implementar en una máquina paralela, esto es, un ordenador formado por una pluralidad de procesadores que funcionan en paralelo al mismo tiempo. Por ejemplo, cuando se utilizan N procesadores en paralelo para realizar una multiplicación de matrices sobre matrices de $N \times N$, se pueden realizar al mismo tiempo las multiplicaciones de N columnas. Adicionalmente, una máquina paralela se puede diseñar de modo que contenga hardware o instrucciones de software especiales para realizar una transposición rápida de matrices.

Una desventaja de los algoritmos de tipo I es que se necesitan más multiplicaciones. La secuencia de cálculo de los algoritmos de tipo I involucra la multiplicación de dos matrices separada por la transposición de una matriz lo que, si por ejemplo $N=4$, requiere 64 sumas y 48 multiplicaciones lo que da un número total de 112 instrucciones. Aquellos experimentados en la técnica conocen sobradamente que realizar multiplicaciones consume mucho tiempo en los procesadores y que a menudo se optimiza el rendimiento del sistema reduciendo el número de multiplicaciones realizadas.

También se puede obtener una IDCT de dos dimensiones convirtiendo la traspuesta de la matriz de entrada en un vector de una dimensión utilizando una función L. A continuación, se obtiene el producto tensorial de una matriz constante. El producto tensorial se multiplica después por el vector L de una dimensión. El resultado se vuelve a convertir en una matriz de $N \times N$ utilizando la función M. Suponiendo de nuevo que $N=4$, el número total de instrucciones utilizadas por esta secuencia de cálculo es 92 instrucciones (68 sumas y 24 multiplicaciones). Los algoritmos que realizan las IDCT de dos dimensiones utilizando esta secuencia de cálculo se denominan algoritmos de "tipo II". En los algoritmos de tipo II, las dos matrices constantes se agrupan y se realizan como una operación. La ventajas de los algoritmos de tipo II es que típicamente necesitan menos instrucciones (92 frente a 112) y, en particular, menos costosas multiplicaciones (24 frente a 48). Sin embargo, los algoritmos de tipo II son muy difíciles de implementar en una máquina paralela. Los algoritmos de tipo II tienden a reordenar los datos muy frecuentemente y la reordenación de datos en una máquina paralela es muy costosa en tiempo.

Existen numerosos algoritmos de tipo I y de tipo II para implementar las IDCT, sin embargo, la descuantificación se ha tratado como un paso independiente en función de los cálculos de DCT e IDCT. Los esfuerzos por proporcionar definiciones de DCT e IDCT exactas a nivel de bit han conducido al desarrollo de transformadas enteras eficientes. Estas transformadas enteras aumentan típicamente el rango dinámico de los cálculos. Como resultado, la implementación de estos algoritmos requiere un procesamiento y un almacenamiento de datos que requieren más de 16 bits.

Sería una ventaja si los coeficientes cuantificados de la etapa intermedia se pudieran limitar a un tamaño máximo en los procesos de transformación.

Sería una ventaja si el proceso de cuantificación que se pudiera desarrollar se pudiera utilizar en procesadores de 16 bits.

Sería una ventaja si con un procesador de 16 bits se pudiera llevar a la práctica de forma eficiente la implementación de un descodificador, descuantificación y transformación inversa. Asimismo, sería una ventaja si se pudiera realizar la multiplicación con no más de 16 bits, y el acceso a memoria necesario no requiriera más de 16 bits.

A. Hallapuro y H. Malvar han propuesto en el documento "Low Complexity Transform and Quantization – Part 1: Basic implementation" (Transformada y cuantificación de complejidad baja – parte 1: implementación básica), COMISIÓN DE ESTUDIO 16 del ITU – GRUPO DE EXPERTOS DE CODIFICACIÓN DE VÍDEO – ISO/OEC MPEG & ITU-T VCEG (ISO/IEC JTC1(SC29/WG11 E ITU-T SG16 Q6), n.º JVT-B038r2 del 1 de febrero de 2002, un conjunto alternativo de transformadas diferentes a aquellas en el estándar del borrador TML entonces actual.

Resumen de la invención

5 La presente invención es un proceso mejorado para compresión de vídeo. Los algoritmos de codificación de vídeo típicos predicen una trama a partir de las tramas codificadas previamente. El error se somete a una transformada y los valores resultantes se cuantifican. El cuantificador controla el grado de compresión. El cuantificador controla la cantidad de información utilizada para representar el vídeo y la calidad de la reconstrucción.

10 El problema es la interacción de la transformada y la cuantificación en la codificación de vídeo. En el pasado la transformada y el cuantificador se han diseñado de forma independiente. La transformada, típicamente la transformada de coseno discreta, se normaliza. El resultado de la transformada se cuantifica de forma estándar utilizando una cuantificación escalar o vectorial. En el trabajo anterior, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.261, H.263, la definición de la transformada inversa no ha sido exacta a nivel de bit. Esto permite alguna libertad al implementador para seleccionar un algoritmo de transformación apropiado para su plataforma. Un inconveniente de esta técnica es el potencial desajuste del codificador/descodificador que perjudica el bucle de predicción. Con el fin de resolver este problema de desajuste las porciones de la imagen se codifican periódicamente sin predicción. Un trabajo actual, por ejemplo el H.26L, se ha centrado en utilizar transformadas enteras que permiten una definición exacta a nivel de bit. Las transformadas enteras no se pueden normalizar. La transformada se define de forma que se pueda utilizar un desplazamiento final para normalizar los resultados del cálculo en lugar de divisiones intermedias. La cuantificación también requiere división. El H.26L proporciona un ejemplo de cómo se utilizan estas transformadas enteras junto con la cuantificación.

20 En el Modelo de Test a Largo plazo (TML) del H.26L actual, la normalización se combina con la cuantificación y se implementa mediante multiplicaciones enteras y desplazamientos realizando después una transformada directa y una cuantificación y realizando después una descuantificación y una transformada inversa. El TML del H.26L utiliza dos series de enteros A(QP) y B(QP) ordenados por el parámetro de cuantificación (QP), véase la tabla 1. Estos valores están limitados por la relación que se muestra más abajo en la Ecuación 1.

25 **Tabla 1 parámetros de cuantificación de TML**

QP	A _{TML} (QP)	B _{TML} (QP)
0	620	3881
1	553	4351
2	492	4890
3	439	5481
4	391	6154
5	348	6914
6	310	7761
7	276	8718
8	246	9781
9	219	10987
10	195	12339
11	174	13828
12	155	15523

QP	A _{TML} (QP)	B _{TML} (QP)
13	138	17435
14	123	19561
15	110	21873
16	98	24552
17	87	27656
18	78	30847
19	69	34870
20	62	38807
21	55	43747
22	49	49103
23	44	54683
24	39	61694
25	35	68745
26	31	77615
27	27	89113
28	24	100253
29	22	109366
30	19	126635
31	17	141533

Ecuación 1 relación de Normalización/Cuantificación conjuntas

$$A(QP) \cdot B(QP) \cdot 676^2 \approx 2^{40}$$

5 La normalización y la cuantificación se llevan a cabo al mismo tiempo utilizando estos enteros y divisiones mediante potencias de 2.

10 La codificación de la transformada en el H.26L utiliza un tamaño de bloque de 4x4 y una matriz T de transformada entera, Ecuación 2. Para un bloque X de 4x4, los coeficientes K de la transformada se calculan como en la Ecuación 3. A partir de los coeficientes de la transformada se calculan los niveles L de cuantificación utilizando una multiplicación entera. En el decodificador se utilizan los niveles para calcular un nuevo conjunto de coeficientes K'. Las transformadas de la matriz entera adicionales seguidas por un desplazamiento se utilizan para calcular los valores X' reconstruidos. Al codificador se le permite cierta libertad en el cálculo y el redondeo

de la transformada directa. Tanto el codificador como el descodificador deben calcular exactamente el mismo resultado para los cálculos inversos.

Ecuación 2 matriz transformada de modelo 8 de prueba H.26L

$$T = \begin{pmatrix} 13 & 13 & 13 & 13 \\ 17 & 7 & -7 & -17 \\ 13 & -13 & -13 & 13 \\ 7 & -17 & 17 & -7 \end{pmatrix}$$

5

Ecuación 3 DCT_LUMA e IDCT_LUMA de TML

$$Y = T \cdot X$$

$$K = Y \cdot T^T$$

$$L = (A_{TML}(QP) \cdot K) / 2^{20}$$

$$K' = B_{TML}(QP) \cdot L$$

$$Y' = T^T \cdot K'$$

$$X' = (Y' \cdot T) / 2^{20}$$

Donde el resultado Y intermedio es el resultado de una transformada de una dimensión y el resultado Y' intermedio es el resultado de una transformada inversa de una dimensión.

10

Se puede determinar el rango dinámico requerido en estos cálculos. La aplicación principal supone una entrada de 9 bits, 8 bits más el signo, el rango dinámico necesario para los registros intermedios y los accesos de memoria se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2 Rango dinámico de la transformada y la transformada inversa de TML (bits)

Entrada de 9 bits	Transformada LUMA	Transformada inversa
Registro	30	27
Memoria	21	26

15

Con el fin de mantener las definiciones exactas en términos de bits e incorporar la cuantificación, el rango dinámico de los resultados intermedios puede ser grande debido a que las operaciones de división se posponen. La presente invención combina cuantificación y la normalización con el fin de evitar el crecimiento del rango dinámico de los resultados intermedios. Con la presente invención se mantienen las ventajas de las definiciones de la transformada inversa y la cuantificación exactas en términos de bits, mientras que se controla la profundidad de bits necesaria para realizar estos cálculos. La reducción de la profundidad de bits necesaria reduce la complejidad necesaria de una implementación hardware y permite una utilización eficiente de operaciones de una única instrucción y múltiples datos (SIMD), como por ejemplo el conjunto de instrucciones MMX de Intel.

20

25

30

También se produce el mismo problema de crecimiento del rango dinámico de los resultados intermedios en un escenario en el que las funciones básicas de la transformada entera cumplen distintas normas, lo cual provoca que los parámetros de la relación de cuantificación (o descuantificación) y normalización conjuntas sean matrices, funciones de QP pero también de índices i, j, siendo i, j = 1 a 4 (siendo 4 el tamaño de la transformada entera). Esto se trata en detalle en el documento de la técnica anterior de J. Liang, T. Tran, P. Topiwala "A 16-bit architecture for H.26L, treating DCT transforms and quantization (Una arquitectura de 16 bits para H.26L, considerando transformadas DCT y cuantificación)", Documento VCEG-M16, enviado a UIT - SECTOR DE ESTANDARIZACIÓN DE TELECOMUNICACIONES, GRUPO DE ESTUDIO 16 CUESTIÓN 6, Grupo de Expertos de Codificación de Vídeo (VCEG), para la reunión en Austin, Texas, EE.UU., el 2-4 de abril de 2001.

La presente invención está relacionada con un método que lleva a cabo un bucle de predicción de un codificador de vídeo, tal como se establece en la reivindicación 1.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de flujo que ilustra el método de la presente invención para la cuantificación de un coeficiente.

5 Las Fig. 2 a 9 muestran modos de realización o aspectos de la presente invención que comprenden sistemas y métodos para codificación de vídeo.

Descripción detallada de los modos de realización preferidos

10 Los requisitos del rango dinámico de la combinación de transformada y cuantificación se reduce factorizando los parámetros de cuantificación A(QP) y B(QP) en un término mantisa y un término exponente tal como se muestra en la Ecuación 4. Con esta estructura, en los cálculos únicamente es necesario mantener la precisión del término mantisa. El término exponente se puede incluir en el desplazamiento de normalización final. Esto se ilustra en el cálculo de ejemplo de la Ecuación 5.

Ecuación 4 Estructura de los parámetros de cuantificación

$$A_{propuesto}(QP) = A_{mantisa}(QP) \cdot 2^{A_{exponente}(QP)}$$

$$B_{propuesto}(QP) = B_{mantisa}(QP) \cdot 2^{B_{exponente}(QP)}$$

Ecuación 5 Transformada LUMA con profundidad de bit reducida

15

$$Y = T \cdot X$$

$$K = Y \cdot T^T$$

$$L = (A_{mantisa}(QP) \cdot K) / 2^{20 - A_{exponente}(QP)}$$

$$K' = T^T \cdot L$$

$$Y' = K' \cdot T$$

$$X' = (B_{mantisa}(QP) \cdot Y') / 2^{20 - B_{exponente}(QP)}$$

20 Con el fin de ilustrar la presente invención, se presenta un conjunto de parámetros de cuantificación que reducen los requisitos de rango dinámico de un decodificador H.26L a un acceso de memoria de 16 bits. El acceso de memoria de la transformada inversa se reduce a 16 bits. Tal como se muestra en la Tabla 3 se definen los valores para A_{mantisa}, A_{exponente}, B_{mantisa}, B_{exponente}, A_{propuesto}, B_{propuesto} para QP=0-5. Los valores adicionales se determinan de forma recursiva tal como se muestra en la Ecuación 6. La estructura de estos valores permite generar nuevos valores de cuantificación así como aquellos especificados.

Tabla 3 Valores de cuantificación 0-5 para TML

QP	A _{mantisa}	A _{exponente}	B _{mantisa}	B _{exponente}	A _{propuesto}	B _{propuesto}
0	5	7	235	4	640	3760
1	9	6	261	4	576	4176
2	127	2	37	7	508	4736
3	114	2	165	5	456	5280
4	25	4	47	7	400	6016
5	87	2	27	8	348	6912

Ecuación 6 relaciones recursivas

25

$$A_{mantisa}(QP + 6) = A_{mantisa}(QP)$$

$$B_{mantisa}(QP + 6) = B_{mantisa}(QP)$$

$$A_{exponente}(QP + 6) = A_{exponente}(QP) - 1$$

$$B_{exponente}(QP + 6) = B_{exponente}(QP) + 1$$

5 Utilizando los parámetros definidos, se pueden modificar los cálculos de la transformada con el fin de reducir el rango dinámico tal como se muestra en la Ecuación 5. Obsérvese que únicamente los valores de la mantisa contribuyen al aumento del rango dinámico. Los factores del exponente se incorporan en la normalización final y no impactan en el rango dinámico de los resultados intermedios.

Con estos valores y método de cálculo, el rango dinámico en el descodificador se reduce de modo que únicamente es necesario un acceso de memoria de 16 bit tal como se observa en la Tabla 4.

10 Tabla 4 Rango dinámico con una cuantificación con baja profundidad de bits (QP>6)

Transformada LUMA y transformada inversa LUMA de 8 bits

8 bits	Transformada LUMA	Transformada inversa
Registro	28	24
Memoria	21	16

15 Se pueden aplicar varios ajustes al procedimiento de cuantificación/normalización conjuntas descrito más arriba. El fundamento de dichos ajustes se basa en la técnica general de descomposición de los parámetros en una mantisa y un exponente.

20 La descripción anterior supone que todas las funciones básicas de la transformada tienen la misma norma y se cuantifican del mismo modo. Algunas transformadas enteras tienen la propiedad de que diferentes funciones básicas tienen diferentes normas. La técnica de la presente invención se ha generalizado de modo que soporta transformadas que tengan diferentes normas sustituyendo los escalares A(QP) y B(QP) indicados más arriba por matrices A(QP)[i][j] y B(QP)[i][j]. Estos parámetros están vinculados mediante una relación de normalización de la forma que se muestra en la Ecuación 7 más abajo, lo cual es más general que la relación simple que se muestra en la Ecuación 1.

Ecuación 7 cuantificación/normalización conjuntas de matrices

$$A(QP)[i][j] \cdot B(QP)[i][j] = N[i][j]$$

25 Después del método descrito anteriormente, cada uno de los elementos de cada una de las matrices se descompone en un término mantisa y un término exponente tal como se ilustra en las siguientes ecuaciones, Ecuación 8.

Ecuación 8 factorización de los parámetros de las matrices

$$A(QP)[i][j] = A_{mantissa}(QP)[i][j] \cdot 2^{A_{exponente}(QP)[i][j]}$$

$$B(QP)[i][j] = B_{mantissa}(QP)[i][j] \cdot 2^{B_{exponente}(QP)[i][j]}$$

30 Es necesario un gran número de parámetros para describir estos parámetros de cuantificación y descuantificación. Se pueden utilizar varias relaciones estructurales de modo que se reduzca el número de parámetros libres. El aumento del cuantificador se diseña de modo que los valores de A se dividan por la mitad después de cada período P al mismo tiempo que los valores de B se duplican manteniendo la relación de normalización. Además, los valores de A_{exponente}(QP)[i][j] y B_{exponente}(QP)[i][j] son independientes de i, j y (QP) en el rango [0,P-1]. Esta estructura se resume mediante las ecuaciones estructurales de la Ecuación 9. Con esta estructura únicamente existen dos parámetros A_{exponente}(0) y B_{exponente}(0).

Ecuación 9 Estructura de los términos exponente

$$A_{exponente}(QP)[i][j] = A_{exponente}[0] - QP / P$$

$$B_{\text{exponente}}(QP)[i][j] = B_{\text{exponente}}[0] + QP / P$$

5 También se define una estructura para los valores de la mantisa. Para cada uno de los pares de índices (*i,j*), los valores de la mantisa son periódicos con período P. Esto se resume mediante la ecuación estructural, Ecuación 10. Con esta estructura, existen P matrices independientes para A_{mantisa} y P matrices independientes para B_{mantisa} reduciendo los requisitos de memoria y añadiendo estructura a los cálculos.

Ecuación 10 estructura de los términos mantisa

$$A_{\text{mantisa}}(QP)[i][j] = A_{\text{mantisa}}(QP \% P)[i][j]$$

$$B_{\text{mantisa}}(QP)[i][j] = B_{\text{mantisa}}(QP \% P)[i][j]$$

10 La transformada inversa puede incluir una división entera que necesite redondeo. En los casos de interés la división es mediante una potencia de 2. El error de redondeo se reduce diseñando los factores de descuantificación de modo que sean múltiplos de la misma potencia de 2, no produciendo ningún resto después de la división.

15 La descuantificación que utiliza los valores de mantisa $B_{\text{mantisa}}(QP)$ produce unos valores descuantificados que están normalizados de forma diferente en función de QP. Esto se debe compensar mediante la siguiente transformada inversa. Una forma de este cálculo se muestra en la Ecuación 11.

Ecuación 11 Normalización de la transformada inversa I

$$K[i][j] = B_{\text{mantisa}}(QP \% P)[i][j] \cdot \text{Nivel}[i][j]$$

$$X = (T^{-1} \cdot K \cdot T) / 2^{(N - QP/P)}$$

20 En la Ecuación 11, Nivel[i][j] es la versión cuantificada de los coeficientes de la transformada y se denomina "valor de cuantificación". $K[i][j]$ es la versión escalada de los coeficientes de la transformada y se denomina "valor de descuantificación".

Con el fin de eliminar la necesidad de que la transformada inversa tenga que compensar esta diferencia en la normalización, se define la operación de descuantificación de modo que todos los valores descuantificados tengan la misma normalización. La forma de este cálculo se muestra en la Ecuación 12.

25 **Ecuación 12 Normalización de la Transformada inversa II**

$$K[i][j] = B_{\text{mantisa}}(QP \% P)[i][j] \cdot 2^{QP/P} \cdot \text{Nivel}[i][j]$$

$$X = (T^{-1} \cdot K \cdot T) / 2^N$$

La potencia de 2 se puede calcular utilizando una operación de desplazamiento a la izquierda y el valor de la descuantificación $K[i][j]$ de la Ecuación 12 será después como se muestra a continuación.

30
$$K[i][j] = [B_{\text{mantisa}} \cdot \text{Nivel}[i][j]] \ll (QP/P)$$

35 A continuación se proporciona un ejemplo que ilustra la utilización de las matrices de cuantificación en la presente invención. Las transformadas directa e inversa definidas en la Ecuación 13 necesitan un matriz de cuantificación en lugar de un único valor de cuantificación escalar. Se proporcionan ejemplos de parámetros de cuantificación y descuantificación. Las Ecuaciones 14 y 16, junto con sus cálculos asociados, ilustran la utilización de esta invención. Este ejemplo utiliza un período P=6. En la Ecuación 14, Q representa A_{mantisa} y m representa QP. En la Ecuación 16, R representa B_{mantisa} y m representa QP.

Ecuación 13 transformadas

$$T_{directa} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

$$T_{inversa} = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & -2 & -2 \\ 2 & -2 & -2 & 2 \\ 2 & -1 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

Ecuación 14 parámetros de cuantificación

$$Q(m)[i][j] = M_{m,0} \text{ para } (i,j) = \{(0,0), (0,2),(2,0),(2,2)\}$$

$$Q(m)[i][j] = M_{m,1} \text{ para } (i,j) = \{(1,1), (1,3),(3,1),(3,3)\}$$

$$Q(m)[i][j] = M_{m,2} \text{ en los demás casos}$$

$$M = \begin{bmatrix} 21844 & 8388 & 13108 \\ 18724 & 7625 & 11650 \\ 16384 & 6989 & 10486 \\ 14564 & 5992 & 9532 \\ 13107 & 5243 & 8066 \\ 11916 & 4660 & 7490 \end{bmatrix}$$

5

Ecuación 16 parámetros de descuantificación

$$R(m)[i][j] = S_{m,0} \text{ para } (i,j) = \{(0,0), (0,2),(2,0),(2,2)\}$$

$$R(m)[i][j] = S_{m,1} \text{ para } (i,j) = \{(1,1), (1,3),(3,1),(3,3)\}$$

$$R(m)[i][j] = S_{m,2} \text{ en los demás casos}$$

$$S = \begin{bmatrix} 6 & 10 & 8 \\ 7 & 11 & 9 \\ 8 & 12 & 10 \\ 9 & 14 & 11 \\ 10 & 16 & 13 \\ 11 & 18 & 14 \end{bmatrix}$$

10

A continuación se proporciona la descripción de la transformación directa y la cuantificación directa, Ecuación 18, suponiendo que la entrada es X y el parámetro de cuantificación QP.

Ecuación 17 transformada directa

$$K = T_{directa} \cdot X \cdot T_{directa}^T$$

15

Ecuación 18 cuantificación directa

$$periodo = QP/6$$

$$fase = QP - 6 \cdot periodo$$

$$Nivel[i][j] = (Q(fase)[i][j] \cdot K[i][j]) / 2^{(17+periodo)}$$

20

A continuación se proporciona la descripción de la descuantificación, la transformada inversa y la normalización de este ejemplo, Ecuaciones 19 y 20.

Ecuación 19 descuantificación

$$periodo = QP/6$$

$$fase = QP - 6 \cdot periodo$$

$$K[i][j] = R(fase)[i][j] \cdot Nivel[i][j] \cdot 2^{periodo}$$

Ecuación 20 IDCT y normalización

5

$$X' = T_{inversa} \cdot K \cdot T_{inversa}^T$$

$$X'' = X'[i][j] / 2^7$$

La Fig. 1 es un diagrama de flujo que ilustra el método de la presente invención para la cuantificación de un coeficiente. Aunque este método se ha descrito como una secuencia de pasos numerados para su explicación, a partir de la numeración no se debería inferir ningún orden a menos que se establezca de forma explícita. Se debería entender que algunos de estos pasos se pueden omitir, realizar en paralelo o ejecutar sin el requisito de mantener un orden estricto de secuencia. Los métodos comienzan en el Paso 100. El Paso 102 proporciona un coeficiente K. El Paso 104 proporciona un parámetro de cuantificación (QP). El paso 106 produce un valor de cuantificación (L) a partir del coeficiente K utilizando una parte de mantisa (Am(QP)) y una parte exponencial ($x^{Ae(QP)}$). Típicamente la parte exponencial ($x^{Ae(QP)}$) incluye que x tenga el valor 2.

10

En algunos aspectos del método, la producción de un valor de cuantificación (L) a partir del coeficiente K utilizando una parte de mantisa (Am(QP)) y una parte exponencial ($x^{Ae(QP)}$) en el Paso 106 incluye:

15

$$L = K \cdot A(QP) = K \cdot Am(QP) \cdot (2^{Ae(QP)}).$$

Algunos aspectos del método incluyen un paso adicional. El Paso 108 normaliza el valor de cuantificación mediante 2^N tal como sigue:

$$Ln = L/2^N = K \cdot Am(QP) / 2^{(N-Ae(QP))}.$$

20

En otros aspectos, la obtención del valor de cuantificación en el Paso 106 incluye obtener un conjunto de factores de cuantificación recursivos con período P, donde $A(QP+P) = A(QP)/x$. Asimismo, la obtención de un conjunto de factores de cuantificación recursivos incluye obtener un conjunto de factores mantisa recursivos, donde $Am(QP) = Am(QP \text{ mod } P)$. A continuación, la obtención de un conjunto de factores de cuantificación recursivos incluye obtener factores exponenciales recursivos, donde $Ae(QP) = Ae(QP \text{ mod } P) - QP/P$.

25

En algunos aspectos, la obtención de un valor de cuantificación incluye obtener un conjunto de factores de cuantificación recursivos con período P, donde $A(QP+P) = A(QP)/2$. En otros aspectos, la obtención de un conjunto de factores de cuantificación recursivos incluye obtener factores de mantisa recursivos, donde $P=6$. Asimismo, la obtención de un conjunto de factores de cuantificación recursivos incluye obtener factores exponenciales recursivos, donde $P=6$.

30

En algunos aspectos del método, proporcionar un coeficiente K en el Paso 102 incluye proporcionar una matriz $K[i][j]$ de coeficientes. A continuación, obtener un valor de cuantificación (L) a partir de la matriz $K[i][j]$ de coeficientes utilizando una parte de mantisa (Am(QP)) y una parte exponencial ($x^{Ae(QP)}$) en el Paso 106 incluye obtener una matriz ($L[i][j]$) de valores de cuantificación utilizando una matriz de partes de mantisa ($Am(QP)[i][j]$) y una matriz de partes exponenciales ($x^{Ae(QP)[i][j]}$). Así mismo, la obtención de una matriz ($L[i][j]$) de valores de cuantificación utilizando una matriz de partes de mantisa ($Am(QP)[i][j]$) y una matriz de partes exponenciales ($x^{Ae(QP)[i][j]}$) incluye, para cada uno de los valores particulares de QP, que todos los elementos en la matriz de partes exponenciales tengan el mismo valor. Típicamente, todos los elementos en la matriz de partes exponenciales tiene el mismo valor para un periodo (P) de valores QP, donde $Ae(QP) = Ae(P*(QP/P))$.

35

40

Algunos aspectos del método incluyen un paso adicional. El Paso 110 obtiene un valor de descuantificación (X1) a partir del valor de cuantificación, utilizando una parte de mantisa (Bm(QP)) y una parte exponencial ($x^{Be(QP)}$). De nuevo, la parte exponencial ($x^{Be(QP)}$) típicamente incluye que x tenga el valor 2.

En algunos aspectos del método, la obtención de un valor de descuantificación (X1) a partir del valor de cuantificación, utilizando una parte de mantisa (Bm(QP)) y una parte exponencial ($2^{Be(QP)}$) incluye:

$$X1 = L \cdot B(QP) = L \cdot Bm(QP) \cdot (2^{Be(QP)}).$$

Otros aspectos del método incluyen un paso adicional, el Paso 112, para desnormalizar el valor de cuantificación mediante 2^N tal como sigue:

$$X1d = X1/2^N = X1 \cdot Bm(QP)/2^N.$$

5 En algunos aspectos, la obtención de un valor de descuantificación en el Paso 110 incluye obtener un conjunto de factores de descuantificación recursivos con periodo P, donde $B(QP+P) = x \cdot B(QP)$. A continuación, la obtención de un conjunto de factores de descuantificación recursivos incluye obtener factores de mantisa recursivos, donde $Bm(QP) = Bm(QP \text{ mod } P)$. Además, la obtención de un conjunto de factores de descuantificación recursivos incluye obtener factores exponenciales recursivos, donde $Be(QP) = Be(QP \text{ mod } P) + QP/P$.

10 En algunos aspectos, la obtención de un conjunto de factores de descuantificación recursivos con un periodo P incluye que el valor de x sea igual a 2, y la obtención de factores de mantisa recursivos incluye que el valor P sea igual a 6. A continuación, la obtención de un conjunto de factores de descuantificación recursivos incluye obtener factores exponenciales recursivos, donde $Be(QP) = Be(QP \text{ mod } P) + QP/P$.

15 En algunos aspectos del método, la obtención de un valor de descuantificación ($X1$) a partir del valor de cuantificación utilizando una parte de mantisa ($Bm(QP)$) y una parte exponencial ($x^{Be(QP)}$) en el Paso 110 incluye obtener una matriz de valores de descuantificación ($X1[i][j]$) utilizando una matriz de partes de mantisa ($Bm(QP)[i][j]$) y una matriz de partes exponenciales ($x^{Be(QP)[i][j]}$). Asimismo, la obtención de una matriz de valores de descuantificación ($X1[i][j]$) utilizando una matriz de partes de mantisa ($Bm(QP)[i][j]$) y una matriz de partes exponenciales ($x^{Be(QP)[i][j]}$) incluye, para cada uno de los valores particulares de QP, que todos los elementos en la matriz de partes exponenciales tengan el mismo valor. En algunos aspectos, todos los elementos en la matriz de partes exponenciales tiene el mismo valor para un periodo (P) de valores QP, donde $Be(QP) = Be(P \cdot (QP/P))$.

Otro aspecto de la invención incluye un método para la descuantificación de un coeficiente. Sin embargo, el proceso es esencialmente el mismo que en los Pasos 110 y 112 descritos anteriormente y no se repite con el propósito de brevedad.

25 Se ha presentado un método para la cuantificación de un coeficiente. Se presenta un ejemplo que ilustra un procedimiento de descuantificación y normalización aplicado al estándar de codificación de vídeo H.26L con el propósito de reducir a 16 bits la profundidad de bit necesaria en el descodificador. Los conceptos de la presente invención también se pueden utilizar para satisfacer otros objetivos de diseño dentro del H.26L. En general, esta invención tiene aplicación en la combinación de los cálculos de normalización y cuantificación.

30 Los modos de realización de la presente invención se pueden implementar mediante hardware, firmware, software y otras implementaciones. Algunos modos de realización se pueden implementar sobre dispositivos informáticos de propósito general o sobre dispositivos informáticos diseñados específicamente para la implementación de estos modos de realización. Algunos modos de realización se pueden almacenar en memoria como medio para almacenar el modo de realización o con el propósito de ejecutar el modo de realización sobre un dispositivo informático.

35 Algunos modos de realización de la presente invención comprenden sistemas y métodos para codificación de vídeo, tal como se muestra en la Figura 2. En estos modos de realización, los datos 130 de imagen se sustraen 132 de los datos que representan tramas 145 de vídeo anteriores dando como resultado una imagen 133 de diferencias, que se envía a un módulo 134 de transformada. El módulo 134 de transformada puede utilizar DCT u otros métodos de transformada para transformar la imagen. En general, el resultado del proceso de transformación dará coeficientes (K), los cuales se envían a un módulo 136 de cuantificación para su cuantificación.

40 El módulo 136 de cuantificación puede tener otras entradas como, por ejemplo, entradas 131 de usuario para establecer los parámetros de cuantificación (QP) y para otras entradas. El módulo 136 de cuantificación puede utilizar los coeficientes de transformación y los parámetros de cuantificación para determinar los niveles (L) de cuantificación en la imagen de vídeo. El módulo 136 de cuantificación puede utilizar métodos para utilizar una parte de mantisa y una parte exponencial, sin embargo, también en el módulo 136 de cuantificación se pueden utilizar otros métodos de cuantificación de los modos de realización de la presente invención. Estos niveles 135 de cuantificación y parámetros 137 de cuantificación se envían a un módulo 138 de codificación así como a un módulo 140 de descuantificación (DQ).

50 La salida hacia el módulo 138 de codificación se codifica y se transmite fuera del codificador para una descodificación inmediata o su almacenamiento. El módulo 138 de codificación puede utilizar una codificación de longitud variable (VLC) en su proceso de codificación. El módulo 138 de codificación puede utilizar una codificación aritmética en su proceso de codificación. La salida del módulo 138 de codificación son los datos

codificados 139 que se pueden transmitir al descodificador o se pueden almacenar en el dispositivo de almacenamiento.

5 La salida del módulo 136 de cuantificación también se recibe en el módulo 140 de descuantificación con el fin de comenzar la reconstrucción de la imagen. Esto se hace con el fin de mantener una cuenta exacta de las tramas anteriores. El módulo 140 de descuantificación realiza un proceso que esencialmente tiene el efecto inverso que el módulo 136 de cuantificación. Los niveles o valores (L) de cuantificación se descuantifican produciendo coeficientes de la transformada. Los módulos 140 de descuantificación pueden utilizar métodos que emplean una parte de mantisa y una parte exponencial tal como se ha descrito en la presente solicitud.

10 Los coeficientes de la transformada que se obtienen del módulo 140 de descuantificación se envían a un módulo 142 de transformación inversa (IT) en donde se transforman inversamente a una imagen 141 diferencial. La imagen 141 diferencial se combina a continuación con datos de las tramas 145 de imágenes anteriores para formar una trama 149 de vídeo que se puede enviar a una memoria 146 de tramas para referencia de las tramas posteriores.

15 Las tramas 149 de video también pueden servir como entrada a un módulo 147 de estimación de movimiento, el cual también recibe los datos 130 de imagen. Estas entradas se pueden utilizar para predecir las similitudes de las imágenes y ayudar a comprimir los datos de las imágenes. La salida del módulo 147 de estimación de movimiento se envía a un módulo 148 de compensación de movimiento y se combina con los datos de salida del módulo 138 de codificación, que se envían para su descodificación posterior y una eventual visualización de imágenes.

20 El módulo 148 de compensación de movimiento utiliza los datos de imagen predichos para reducir los requisitos de los datos de la trama; su salida se resta de los datos 130 de imagen de entrada.

25 Algunos aspectos de la presente invención comprenden sistemas y métodos para descodificación de vídeo, tal como se muestra en la Figura 3. Un descodificador puede recibir datos 150 codificados en un módulo 152 descodificador. Los datos 150 codificados pueden comprender datos que han sido codificados por un codificador 100 como, por ejemplo, el que se ha descrito haciendo referencia a la Figura 2.

30 El módulo 152 descodificador puede emplear métodos de descodificación de longitud variable si se han utilizado en el proceso de codificación. También se pueden utilizar otros métodos de descodificación en función del tipo de datos 150 codificados. El módulo 152 de descodificación realiza esencialmente el proceso inverso del módulo 138 de codificación. La salida del módulo 152 de descodificación puede comprender parámetros 156 de cuantificación y valores 154 de cuantificación. Otras salidas pueden comprender datos de estimación de movimiento y datos de predicción de imagen que se pueden enviar directamente a un módulo 166 de compensación de movimiento.

35 Típicamente, los parámetros 156 de cuantificación y valores 154 de cuantificación son enviados a un módulo 158 de descuantificación, en donde los valores de cuantificación se convierten en los coeficientes de la transformada iniciales. El módulo 158 de descuantificación puede utilizar métodos que emplean una parte de mantisa y una parte exponencial tal como se ha descrito en la presente solicitud. Estos coeficientes se envían a continuación a un módulo 160 de transformación inversa para su conversión a datos 161 de imagen iniciales en el dominio espacial.

40 La unidad 166 de compensación de movimiento utiliza datos de vectores de movimiento y la memoria 164 de tramas para construir una imagen 165 de referencia.

Los datos 161 de imagen representan una imagen diferencial que se debe combinar con los datos 165 de imagen anteriores para formar una trama 163 de vídeo. Esta trama 163 de vídeo es la salida 168 para su procesamiento posterior, visualización u otros propósitos y se puede almacenar en una memoria 164 de tramas y utilizar como referencia para tramas posteriores.

45 En algunos modos de realización de la presente invención, tal como se ilustra en la Figura 4, los datos 102 de imagen se pueden enviar a un codificador o un componente 104 de codificación para la transformación, cuantificación, codificación y otros procedimientos típicos de la codificación de vídeo tal como se ha descrito más arriba para algunos modos de realización de la presente invención. La salida del codificador se puede almacenar a continuación en cualquier medio 106 de almacenamiento legible por un ordenador. Los medios 106 de almacenamiento pueden actuar como una memoria intermedia de corto plazo o como un dispositivo de almacenamiento de largo plazo.

50 Cuando se desee, los datos de vídeo codificados se pueden leer del medio 106 de almacenamiento y descodificar mediante un descodificador o un componente 108 de descodificación para obtener la salida 110 y enviarla a una pantalla u otro dispositivo.

En algunos modos de realización de la presente invención, tal como se ilustra en la Figura 5, los datos 112 de imagen se pueden enviar a un codificador o un componente 114 de codificación para la transformación, cuantificación, codificación y otros procedimientos típicos de la codificación de vídeo tal como se ha descrito más arriba para algunos modos de realización de la presente invención. La salida del codificador se puede enviar a continuación a través de una red 116 como, por ejemplo, una LAN, una WAN o Internet. Un dispositivo de almacenamiento como, por ejemplo, un medio 106 de almacenamiento puede formar parte de una red. Los datos de vídeo codificados pueden ser recibidos y descodificados por un descodificador o un componente 118 de descodificación que también se comunica con la red 116. El descodificador 118 puede a continuación descodificar los datos para consumo local 120.

En algunos modos de realización de la presente invención, tal como se ilustra en la Figura 6, un método o equipo de cuantificación comprende un componente 172 de mantisa y un componente 174 exponencial. Los parámetros 176 de cuantificación son la entrada de ambos componentes 172 y 174. Un coeficiente K 170 se envía al componente 172 de mantisa en donde se modifica utilizando el parámetro de cuantificación y otros valores tal como se ha explicado más arriba. El resultado de esta operación se combina con el resultado obtenido en el componente exponencial utilizando el parámetro de cuantificación produciendo de este modo un nivel o valor L 178 de cuantificación.

En algunos modos de realización de la presente invención, tal como se ilustra en la Figura 7, un método o equipo de cuantificación comprende un componente 182 de mantisa y un componente 184 de desplazamiento. Los parámetros 186 de cuantificación son la entrada de ambos componentes 182 y 184. Un coeficiente K 180 se envía al componente 182 de mantisa en donde se modifica utilizando el parámetro de cuantificación y otros valores tal como se ha explicado más arriba. El resultado de esta operación se procesa a continuación en el componente de desplazamiento utilizando el parámetro de cuantificación produciendo de este modo un nivel o valor L 188 de cuantificación.

Algunos modos de realización de la presente invención, tal como se ilustra en la Figura 8, comprenden un método o equipo de descuantificación con un componente 192 de mantisa y un componente 194 exponencial. Los parámetros 196 de cuantificación son la entrada de ambos componentes 192 y 194. Un coeficiente L 190 de cuantificación se envía al componente 192 de mantisa en donde se modifica utilizando el parámetro de cuantificación y otros valores tal como se ha explicado más arriba. El resultado de esta operación se procesa a continuación en el componente exponencial utilizando el parámetro de cuantificación produciendo de este modo un coeficiente X1 198.

Algunos modos de realización de la presente invención, tal como se ilustra en la Figura 9, comprenden un método o equipo de descuantificación con un componente 202 de mantisa y un componente 204 de desplazamiento. Los parámetros 206 de cuantificación son la entrada de ambos componente 202 y 204. Un valor L 200 de cuantificación se envía al componente 202 de mantisa en donde se modifica utilizando el parámetro de cuantificación y otros valores tal como se ha explicado más arriba. El resultado de esta operación se procesa a continuación en el componente exponencial utilizando el parámetro de cuantificación produciendo de este modo un coeficiente X1 208.

Algunos modos de realización de la presente invención se pueden almacenar en medios legibles por un ordenador como, por ejemplo, medios magnéticos, medios ópticos y otros medios así como combinaciones de medios. Algunos modos de realización también se pueden transmitir como señales a través de redes y medios de comunicación. Estas transmisiones y acciones de almacenamiento pueden tener lugar como parte del funcionamiento de los modos de realización de la presente invención o como un modo de transmitir el modo de realización a un destino.

Aquellos experimentados en la técnica pueden producir otras variaciones y modos de realización de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para codificar vídeo que comprende un bucle de predicción, donde el bucle de predicción comprende:

5 a) realizar una transformación entera de un bloque de imagen con el fin de obtener una primera matriz de los coeficientes $K_1[i][j]$ de transformada entera, que utiliza una transformada entera que tiene unas funciones básicas con diferentes normas;

b) realizar una cuantificación combinada y una normalización de la primera matriz de los coeficientes $K_1[i][j]$ de transformada entera, con el fin de derivar una matriz de datos $L[i][j]$ cuantificados, que utiliza una matriz $A(QP)[i][j]$ de cuantificación y normalización combinadas;

10 c) realizar una descuantificación y normalización combinadas de la matriz de datos $L[i][j]$ cuantificada, con el fin de obtener una segunda matriz de coeficientes $K_2[i][j]$ de transformada entera, en donde la descuantificación y normalización combinadas incluyen:

c1) introducir un parámetro QP (206) de cuantificación;

15 c2) definir una matriz $B(QP)[i][j]$ de descuantificación y normalización combinadas, de modo que todos los coeficientes $K_2[i][j]$ de transformada entera tengan la misma normalización, en donde la matriz $A(QP)[i][j]$ de cuantificación y normalización combinadas y la matriz $B(QP)[i][j]$ de descuantificación y normalización combinadas están vinculadas mediante una relación de normalización que es $A(QP)[i][j] * B(QP)[i][j] = N[i][j]$;

20 d) realizar una transformación entera inversa de la segunda matriz de coeficientes $K_2[i][j]$ de transformada entera, donde las funciones básicas de la transformación entera inversa tienen diferentes normas, con el fin de obtener una matriz de coeficientes de transformada entera inversa; y

e) realizar una normalización adicional en la matriz de coeficientes de transformada entera inversa utilizando un único valor escalar 2^N ;

25 caracterizado por que la matriz $A(QP)[i][j]$ de cuantificación y normalización combinadas se factoriza en los términos mantisa y exponente y la descuantificación y normalización combinadas del punto c) incluyen, además:

30 c3) representar dicha matriz $B(QP)[i][j]$ de descuantificación y normalización combinadas en formato de exponente y mantisa, siendo una matriz de componentes de mantisa $B_m(QP)[i][j]$ una función del parámetro de cuantificación QP y siendo una matriz de componentes exponenciales $B_e(QP)[i][j]$ una función del parámetro de cuantificación QP y siendo independiente de i, j y QP en el rango [0, P-1], donde $B_m(QP)[i][j]$ y $B_e(QP)[i][j]$ satisfacen $B_m(QP)[i][j] = B_m(QP \text{ mod } P)[i][j]$ y $B_e(QP)[i][j] = B_e(0) + QP/P$, donde P es un entero y QP/P representa el entero obtenido al trunca hacia cero el resultado de dividir QP entre P; y

35 c4) calcular la segunda matriz de coeficientes $K_2[i][j]$ de transformada entera utilizando $K_2[i][j] = [L[i][j] * B_m(QP)[i][j]] \ll B_e(QP)[i][j]$, donde " \ll " expresa una operación de desplazamiento a la izquierda.

FIG. 1

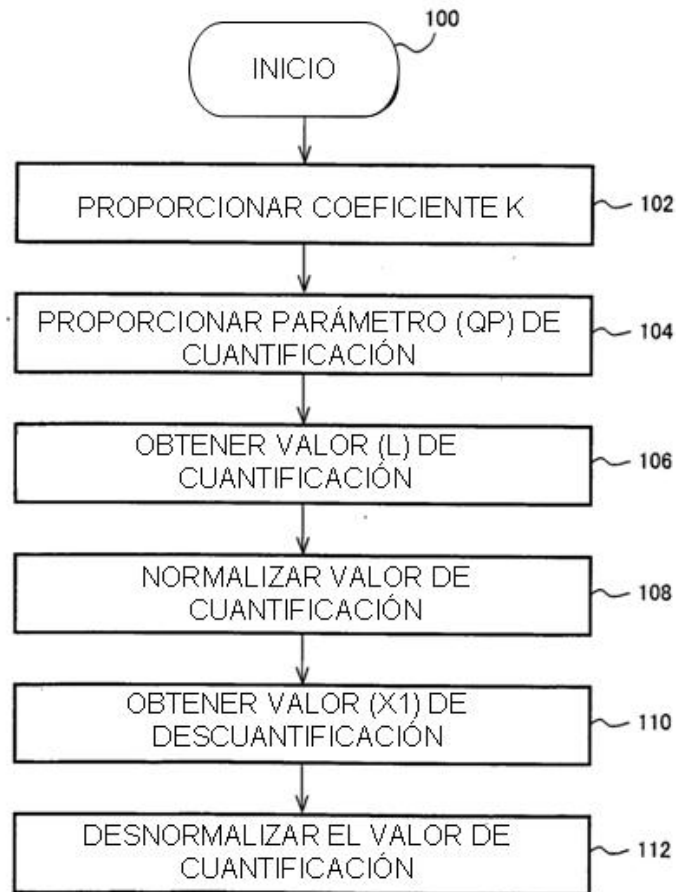


FIG.2

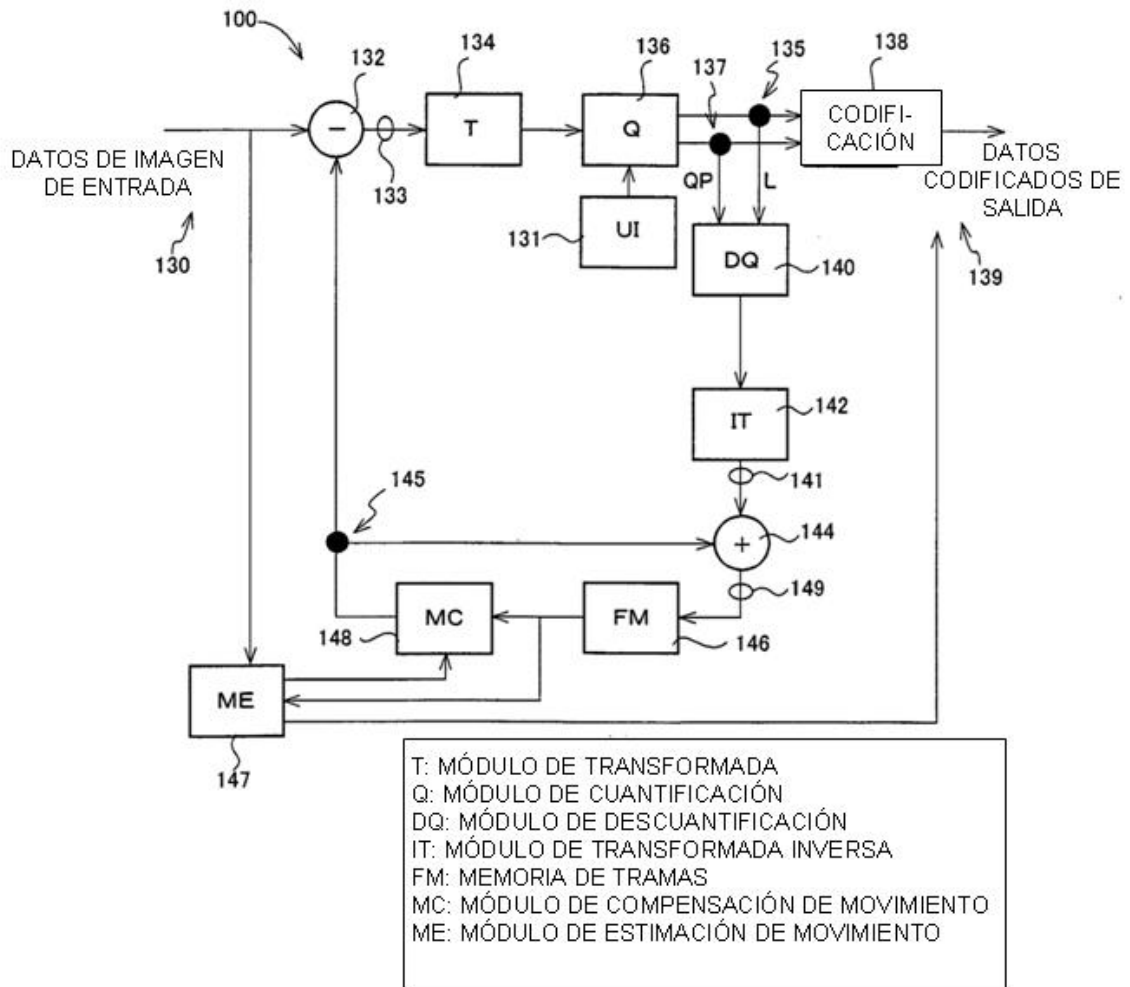


FIG.3

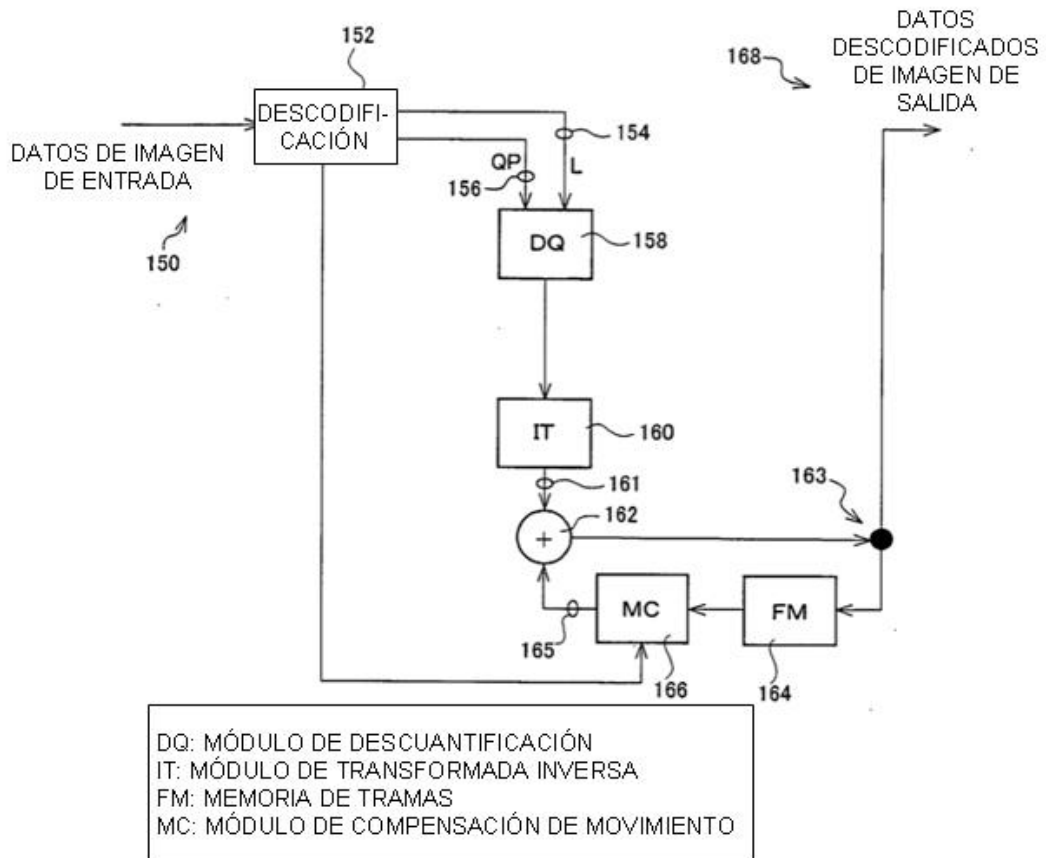


FIG.4

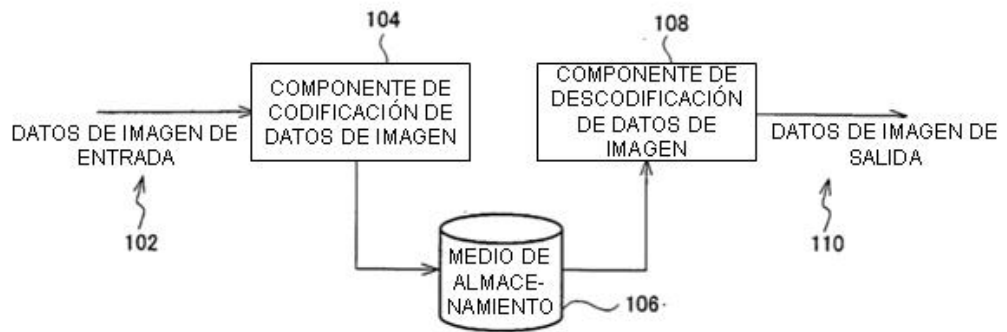


FIG.5

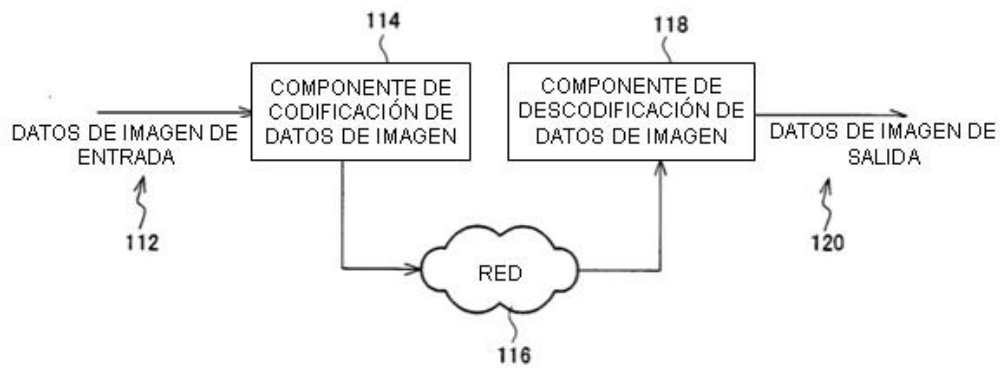


FIG.6

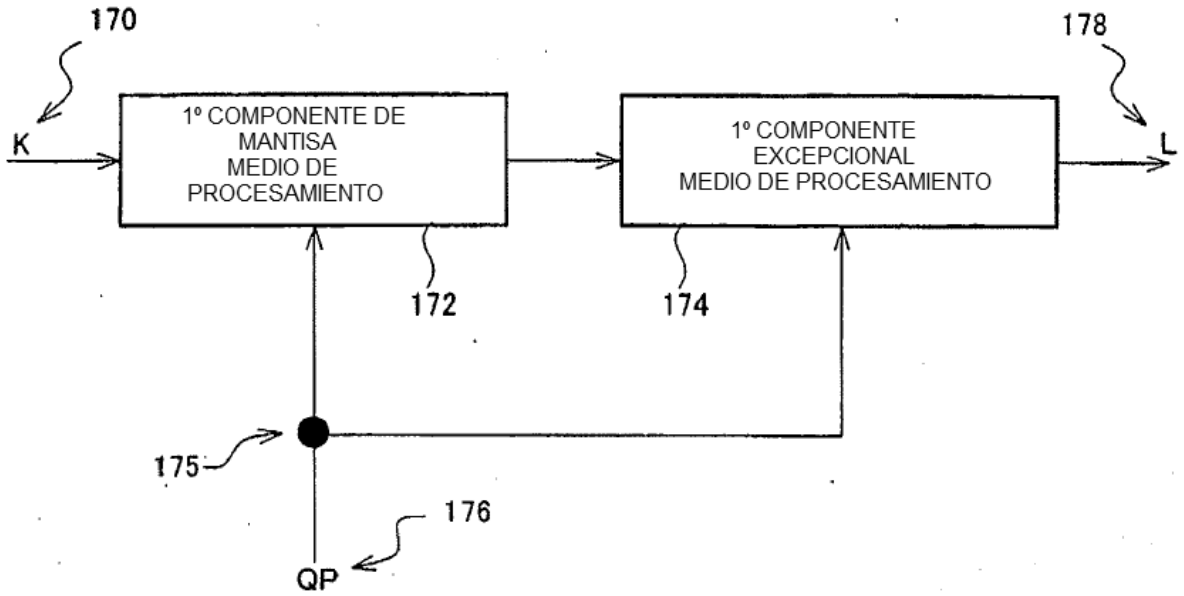


FIG.7

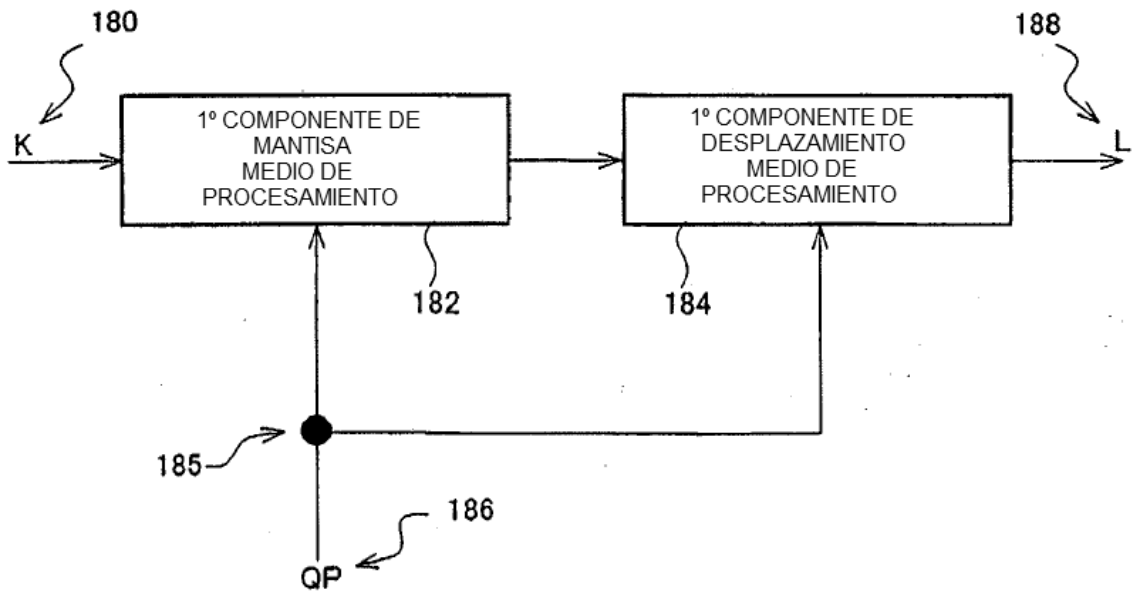


FIG.8

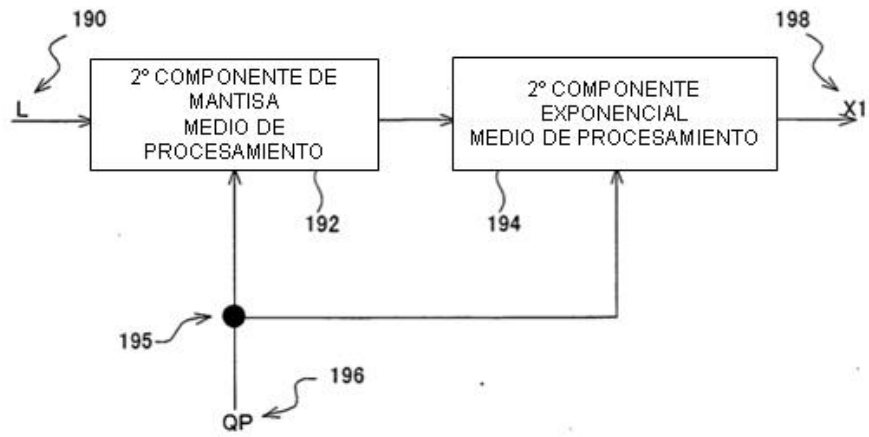


FIG.9

