

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 509**

51 Int. Cl.:

<b>H04N 19/50</b>	(2014.01) <b>H04N 19/124</b>	(2014.01)
<b>H04N 19/70</b>	(2014.01) <b>H04N 19/136</b>	(2014.01)
<b>H04N 19/46</b>	(2014.01) <b>H04N 19/13</b>	(2014.01)
<b>H04N 19/51</b>	(2014.01) <b>H04N 19/61</b>	(2014.01)
<b>H04N 19/91</b>	(2014.01)	
<b>H04N 19/18</b>	(2014.01)	
<b>H04N 19/59</b>	(2014.01)	
<b>H04N 19/139</b>	(2014.01)	
<b>H04N 19/176</b>	(2014.01)	
<b>H04N 19/129</b>	(2014.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2011 E 18185240 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 3410716**

54 Título: **Codificación de mapas de significado y bloques de coeficiente de transformada**

30 Prioridad:

**13.04.2010 WO PCT/EP2010/054822**  
**13.04.2010 EP 10159766**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.09.2020**

73 Titular/es:

**GE VIDEO COMPRESSION, LLC (100.0%)**  
**8 Southwoods Boulevard**  
**Albany, NY 12211, US**

72 Inventor/es:

**KIRCHHOFFER, HEINER;**  
**SCHWARZ, HEIKO;**  
**NGUYEN, TUNG;**  
**MARPE, DETLEV y**  
**WIEGAND, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**ARIZTI ACHA, Monica**

**ES 2 784 509 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 mapas de significado y bloques de coeficiente de transformada

- 5 La presente solicitud se refiere a codificación de mapas de significado que indican posiciones de coeficientes de transformada significativos en bloques de coeficiente de transformada y a la codificación de tales bloques de coeficiente de transformada. Tal codificación puede usarse, por ejemplo, en codificación de instantánea y de vídeo, por ejemplo.
- 10 En codificación de vídeo convencional, las instantáneas de una secuencia de vídeo se descomponen normalmente en bloques. Los bloques o los componentes de color de los bloques se prevén por predicción de movimiento compensado o intra predicción. Los bloques pueden tener diferentes tamaños y pueden ser cuadráticos o rectangulares. Todas las muestras de un bloque o un componente de color de un bloque se predicen usando el mismo conjunto de parámetros previstos, tal como índices de referencia (que identifican una instantánea de referencia en el conjunto ya codificado
- 15 o instantáneas), parámetros de movimiento (que especifican una medida para el movimiento de unos bloques entre una instantánea de referencia y la instantánea actual), parámetros para especificar el filtro de interpolación, modos de intra predicción, etc. Los parámetros de movimiento pueden representarse por vectores de desplazamiento con un componente horizontal y vertical o por parámetros de movimiento de orden superior tales como parámetros de movimiento afines que consisten en 6 componentes. También es posible que más de un conjunto de parámetros
- 20 previstos (tal como índices de referencia y parámetros de movimiento) estén asociados con un único bloque. En ese caso, para cada conjunto de parámetros previstos, se genera una única señal de predicción intermedia para el bloque o el componente de color de un bloque, y la señal de predicción final se crea por una suma ponderada de las señales de predicción intermedias. Los parámetros de ponderación y, potencialmente, también un desplazamiento constante (que se añade a la suma ponderada) pueden fijarse para una instantánea, o una instantánea de referencia, o un
- 25 conjunto de instantáneas de referencia, o pueden incluirse en el conjunto de parámetros previstos para el bloque correspondiente. De manera similar, las imágenes fijas también se descomponen en bloques, y los bloques se predicen por un método de intra predicción (que puede ser un método de intra predicción espacial o un método de intra predicción sencillo que predice el componente de CC del bloque). En un caso de esquina, la señal de predicción puede también ser cero.
- 30 La diferencia entre los bloques originales o los componentes de color de los bloques originales y las señales de predicción correspondientes, también denominada como la señal residual, normalmente se transforma y cuantifica. Una transformada bidimensional se aplica a la señal residual y se cuantifican los coeficientes de transformada resultantes. Para esta codificación de transformada, los bloques o los componentes de color de los bloques, para los
- 35 que ha de usarse un conjunto particular de parámetros previstos, pueden dividirse adicionalmente antes de aplicar la transformada. Los bloques de transformada pueden ser iguales a o menores que los bloques que se usan para predicción. También es posible que un bloque de transformada incluya más de uno de los bloques que se usan para predicción. Diferentes bloques de transformada en una imagen fija o una imagen de una secuencia de vídeo pueden tener diferentes tamaños y los bloques de transformada pueden representar bloques cuadráticos o rectangulares.
- 40 Los coeficientes de transformada cuantificados resultantes, también denominados como niveles de coeficientes de transformada, se transmiten a continuación usando técnicas de codificación de entropía. Por lo tanto, un bloque de niveles de coeficientes de transformada se mapea normalmente en un vector (es decir, un conjunto ordenado) de valores de coeficientes de transformada usando una exploración, donde pueden usarse diferentes exploraciones para
- 45 diferentes bloques. A menudo se usa una exploración en zigzag. Para bloques que contienen únicamente muestras de un campo de un fotograma entrelazado (estos bloques pueden ser bloques en campos codificados o bloques de campo en fotogramas codificados), puede ser también común usar una exploración diferente específicamente diseñada para bloques de campo. Un algoritmo de codificación de entropía comúnmente usado para codificar la secuencia ordenada resultante de coeficientes de transformada es la codificación por longitud de serie. Normalmente,
- 50 un gran número de los niveles de coeficientes de transformada es cero, y un conjunto de niveles de coeficientes de transformada sucesivos que son iguales a cero puede representarse eficazmente codificando el número de niveles de coeficientes de transformada sucesivos que son iguales a cero (la serie). Para los coeficientes de transformada restantes (distintos de cero), se codifica el nivel real. Hay diversas alternativas de códigos de nivel de serie. La serie antes de un coeficiente distinto de cero y el coeficiente de transformada distinto de cero puede codificarse junta usando
- 55 un único símbolo o palabra de código. A menudo, se incluyen símbolos especiales para el fin del bloque, que se envían después del último coeficiente de transformada distinto de cero. O es posible codificar en primer lugar el número de niveles de coeficientes de transformada distintos de cero, y dependiendo de este número, se codifican los niveles y las series.
- 60 Se usa un enfoque un tanto diferente en la codificación de entropía CABAC altamente eficaz en H.264. En este punto, la codificación de niveles de coeficientes de transformada se divide en tres etapas. En la primera etapa, se transmite un elemento de sintaxis binario `coded_block_flag` para cada bloque de transformada, que señala si el bloque de transformada contiene niveles de coeficientes de transformada significativos (es decir, coeficientes de transformada que son distintos de cero). Si este elemento de sintaxis indica que están presentes niveles de coeficientes de

transformada significativos, se codifica un mapa de significado con valor binario, que especifica cuál de los niveles de coeficientes de transformada tiene valores distintos de cero. Y a continuación, en un orden de exploración inverso, se codifican los valores de los niveles de coeficientes de transformada distintos de cero. El mapa de significado se codifica como sigue. Para cada coeficiente en el orden de exploración, se codifica un elemento de sintaxis binario `significant_coeff_flag`, que especifica si el correspondiente nivel de coeficiente de transformada no es igual a cero. Si el binario `significant_coeff_flag` es igual a uno, es decir, si existe un nivel de coeficiente de transformada distinto de cero en esta posición de exploración, se codifica un último elemento de sintaxis binario `significant_coeff_flag`. Este binario indica si el nivel de coeficiente de transformada significativo actual es el último nivel de coeficiente de transformada significativo dentro del bloque o si niveles de coeficientes de transformada significativos adicionales siguen en orden de exploración. Si `last_significant_coeff_flag` indica que no siguen coeficientes de transformada significativos adicionales, no se codifican elementos de sintaxis adicionales para especificar el mapa de significado para el bloque. En la siguiente etapa, se codifican los valores de los niveles de coeficientes de transformada significativos, cuyas ubicaciones dentro del bloque ya están determinadas por el mapa de significado. Los valores de niveles de coeficientes de transformada significativos se codifican en orden de exploración inversa usando los siguientes tres elementos de sintaxis. El elemento de sintaxis binario `coeff_abs_greater_one` indica si el valor absoluto del nivel de coeficiente de transformada significativo es mayor que uno. Si el elemento de sintaxis binario `coeff_abs_greater_one` indica que el valor absoluto es mayor que uno, se envía un elemento de sintaxis adicional `coeff_abs_level_minus_one`, que especifica el valor absoluto del nivel de coeficiente de transformada menos uno. Finalmente, el elemento de sintaxis binario `coeff_sign_flag`, que especifica el signo del valor de coeficiente de transformada, se codifica para cada nivel de coeficiente de transformada significativo. Debe observarse de nuevo que los elementos de sintaxis que están relacionados con el mapa de significado se codifican en orden de exploración, mientras que los elementos de sintaxis que están relacionados con los valores reales de los niveles de coeficientes de transformada se codifican en orden de exploración inverso permitiendo el uso de modelos de contexto más adecuados.

En la codificación de entropía CABAC en H.264, todos los elementos de sintaxis para los niveles de coeficientes de transformada se codifican usando una modelación de probabilidad binaria. El elemento de sintaxis no binario `coeff_abs_level_minus_one` se convierte a binario en primer lugar, es decir, se mapea en una secuencia de decisiones binarias (binarios), y estas decisiones binarias se codifican secuencialmente. Los elementos de sintaxis binarios `significant_coeff_flag`, `last_significant_coeff_flag`, `coeff_abs_greater_one`, y `coeff_sign_flag` se codifican directamente. Cada binario codificado (que incluye los elementos de sintaxis binarios) está asociado con un contexto. Un contexto representa un modelo de probabilidad para una clase de binarios codificados. Una medida relacionada con la probabilidad de uno de los dos posibles valores binarios se estima para cada contexto basándose en los valores de los binarios que ya se han codificado con el contexto correspondiente. Para varios binarios relacionados con la codificación de transformada, el contexto que se usa para la codificación se selecciona basándose en elementos de sintaxis ya transmitidos o basándose en la posición dentro de un bloque.

El mapa de significado especifica información acerca del significado (nivel de coeficiente de transformada es diferente de cero) para las posiciones de exploración. En la codificación de entropía CABAC de H.264, para un tamaño de bloque de 4x4, se usa un contexto separado para cada posición de exploración para codificar los elementos de sintaxis binarios `significant_coeff_flag` y `last_significant_coeff_flag`, donde se usan diferentes contextos para `significant_coeff_flag` y `last_significant_coeff_flag` de una posición de exploración. Para bloques de 8x8, se usa el mismo modelo de contexto para cuatro posiciones de exploración sucesivas, dando como resultado 16 modelos de contexto para `significant_coeff_flag` y 16 modelos de contexto adicionales para `last_significant_coeff_flag`.

Este método de modelado de contexto para la bandera `significant_coeff` y `last_significant_coeff_flag` tiene algunas desventajas para tamaños de bloque grandes. Por un lado, si cada posición de exploración está asociada con un modelo de contexto separado, el número de modelos de contexto no aumenta significativamente cuando se codifican bloques mayores que 8x8. Un número aumentado de este tipo de modelos de contexto da como resultado una adaptación lenta de las estimaciones de probabilidad y normalmente una imprecisión de las estimaciones de probabilidad, donde ambos aspectos tienen un impacto negativo en la eficacia de codificación. Por otra parte, la asignación de un modelo de contexto a un número de posiciones de exploración sucesivas (como se hace para bloques de 8x8 en H.264) tampoco es óptimo para tamaños de bloque más grandes, puesto que los coeficientes de transformada distintos de cero normalmente están concentrados en regiones particulares de un bloque de transformada (las regiones son dependientes de las estructuras principales dentro de los bloques correspondientes de la señal residual).

Después de codificar el mapa de significado, el bloque se procesa en orden de exploración inverso. Si una posición de exploración es significativa, es decir, el coeficiente es diferente de cero, se transmite el elemento de sintaxis binario `coeff_abs_greater_one`. Inicialmente, el segundo modelo de contexto del correspondiente conjunto de modelos de contexto se selecciona para el elemento de sintaxis `coeff_abs_greater_one`. Si el valor codificado de cualquier elemento de sintaxis `coeff_abs_greater_one` dentro del bloque es igual a uno (es decir, el coeficiente absoluto es mayor que 2), el modelado de contexto conmuta de vuelta al primer modelo de contexto del conjunto y usa este modelo de contexto hasta el fin del bloque. De otra manera (todos los valores codificados de `coeff_abs_greater_one` dentro del bloque son cero y los correspondientes niveles de coeficientes absolutos son iguales a uno), el modelo de contexto

se elige dependiendo del número de los elementos de sintaxis `coeff_abs_greater_one` iguales a cero que ya se han codificado/decodificado en la exploración inversa del bloque considerado. La selección de modelo de contexto para el elemento de sintaxis `coeff_abs_greater_one` puede resumirse por la siguiente ecuación, donde el índice de modelo de contexto actual  $C_{t+1}$  se selecciona basándose en el índice de modelo de contexto anterior  $C_t$  y el valor del elemento de sintaxis previamente codificado `coeff_abs_greater_one`, que se representa por  $bin_t$  en la ecuación. Para el primer elemento de sintaxis `coeff_abs_greater_one` dentro de un bloque, se establece el índice de modelo de contexto igual a  $C_t = 1$ .

$$C_{t+1}(C_t, bin_t) = \begin{cases} 0, & \text{para } bin_t = 1 \\ \min(C_t + 1, 4) & \text{para } bin_t = 0 \end{cases}$$

Se codifica únicamente el segundo elemento de sintaxis para codificar los niveles de coeficientes de transformada absolutos, `coeff_abs_level_minus_one`, cuando el elemento de sintaxis `coeff_abs_greater_one` para la misma posición de exploración es igual a uno. El elemento de sintaxis no binario `coeff_abs_level_minus_one` se convierte a binario en una secuencia de binarios y para el primer binario de esta conversión a binario; se selecciona un índice de modelo de contexto como se describe a continuación. Los binarios restantes de la conversión a binario se codifican con contextos fijos. El contexto para el primer binario de la conversión a binario se selecciona como sigue. Para el primer elemento de sintaxis `coeff_abs_level_minus_one`, se selecciona el primer modelo de contexto del conjunto de modelos de contexto para el primer binario del elemento de sintaxis `coeff_abs_level_minus_one`, el correspondiente índice de modelo de contexto se establece igual a  $C_t = 0$ . Para cada primer binario adicional del elemento de sintaxis `coeff_abs_level_minus_one`, el modelado de contexto conmuta al siguiente modelo de contexto en el conjunto, donde el número de modelos de contexto en el conjunto está limitado a 5. La selección de modelo de contexto puede expresarse por la siguiente fórmula, donde el índice de modelo de contexto actual  $C_{t+1}$  se selecciona basándose en el índice de modelo de contexto anterior  $C_t$ . Como se ha mencionado anteriormente, para el primer elemento de sintaxis `coeff_abs_level_minus_one` dentro de un bloque, el índice de modelo de contexto se establece igual a  $C_t = 0$ . Obsérvese, que se usan diferentes conjuntos de modelos de contexto para los elementos de sintaxis `coeff_abs_greater_one` y `coeff_abs_level_minus_one`.

$$C_{t+1}(C_t) = \min(C_t + 1, 4)$$

Para bloques grandes, este método tiene algunas desventajas. La selección del primer modelo de contexto para `coeff_abs_greater_one` (que se usa si un valor de `coeff_abs_greater_one` equivale a 1 se ha codificado para los bloques) se hace normalmente demasiado temprano y se alcanza el último modelo de contexto para `coeff_abs_level_minus_one` demasiado rápido debido a que el número de coeficientes significativos es mayor que en bloques pequeños. Así, la mayoría de los binarios de `coeff_abs_greater_one` y `coeff_abs_level_minus_one` se codifican con un único modelo de contexto. Pero estos binarios normalmente tienen diferentes probabilidades, y por lo tanto el uso de un único modelo de contexto para un gran número de binarios tiene un impacto negativo en la eficacia de codificación.

Aunque, en general, bloques grandes aumentan la sobrecarga computacional para realizar la transformada de descomposición espectral, la capacidad para codificar eficazmente tanto bloques pequeños como grandes posibilitaría la consecución de mejor eficacia de codificación al codificar matrices de muestras tales como instantáneas o matrices de muestras que representan otras señales de información muestreada especialmente tales como mapas de profundidad o similares. La razón para esto es la dependencia entre resolución espacial y espectral cuando se transforma una matriz de muestras en bloques: cuanto mayor sean los bloques más alta será la resolución espectral de la transformada. En general, sería favorable poder aplicar localmente la transformada individual en una matriz de muestras de manera que en el área de una transformada individual de este tipo, la composición espectral de la matriz de muestras no varíe en gran medida. Para que los bloques pequeños garanticen que el contenido en los bloques es relativamente consistente. Por otra parte, si los bloques son demasiado pequeños, la resolución espectral es baja, y la relación entre coeficientes de transformada no significativos y significativos se reduce.

Por lo tanto, sería favorable tener un esquema de codificación que posibilite una codificación eficaz para bloques de coeficiente de transformada, incluso cuando son grandes, y sus mapas de significado.

La referencia EP1487113A2 describe cómo se transmite un primer símbolo de un bit (CBP4) para cada bloque de coeficientes de transformada. Si el CBP4 muestra que un bloque correspondiente contiene coeficientes significativos, se codifica una imagen de significado como resultado de la transmisión de un símbolo de un bit (SIG) para cada coeficiente en una secuencia de exploración. - Si un símbolo de significado correspondiente es 'uno', entonces se transmite un símbolo de un bit adicional (LAST) para mostrar si un coeficiente significativo actual es un último coeficiente en un bloque o si siguen coeficientes significativos adicionales. Las posiciones de coeficientes de transformada significativos contenidas en un bloque se determinan y codifican para cada bloque en un primer proceso de exploración, seguido por un segundo proceso de exploración llevado a cabo en orden inverso.

5 Solomon D. et al.: "Data Compression: The Complete Reference (passage)", 1998, Springer, Nueva York, NY, Estados Unidos, XP002270343, págs. 69-84 describe cómo la codificación aritmética es ventajosa al asignar un código al flujo de entrada completo, en lugar de asignar códigos a los símbolos individuales. El método lee el flujo de entrada símbolo a símbolo y anexa más bits al código cada vez que se introduce y procesa un símbolo. Se calculan frecuencias de ocurrencia para cada símbolo.

10 Zhang L. et al.: "Context-based Arithmetic Coding Reexamined for DCT Video Compression", Proceedings of the 2007 IEEE International Symposium on Circuits and Sstems, págs. 3147-3150, XP031181972 describe una técnica de modelado de contexto nueva para codificación aritmética de coeficientes de DCT en compresión de vídeo. Una característica clave de la nueva técnica es la inclusión de todas las magnitudes de coeficiente previamente codificadas en un bloque de DCT en modelado de contexto.

15 Pennebaker W. B. et al.: "An overview of the basic principles of the Q-Coder adaptive binary arithmetic coder", IBM Journal of Research and Development, vol. 32, n.º 6 de noviembre de 1988, págs. 717-726, XP000111384 describe el codificador Q que es una nueva forma de sistema de codificación aritmética binaria adaptativa que permite que se usen diferentes convenciones de codificación, pero compatibles, en implementaciones de hardware y software óptimas. También se incluye una nueva técnica de estimación de probabilidad que proporciona un mecanismo extremadamente sencillo pero robusto para la estimación adaptativa de probabilidades durante el proceso de codificación.

20 Brady N. et al.: "Context-based Arithmetic Encoding of 2D Shape Sequences", Proceeding of the IEEE International Conference on Image Processing, vol. 1 de octubre de 1997, págs. 29-32, XP010254100 describe un nuevo método para codificación de forma en secuencias de vídeo basadas en objeto. La codificación aritmética basada en contexto, como se usa en JBIG, se usa en una estructura basada en bloque y se extiende adicionalmente para hacer uso eficaz de predicción temporal.

Por lo tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar un esquema de codificación para codificar una muestra de modo que se aumente la eficacia de codificación.

30 Este objeto se consigue mediante la materia objeto de las reivindicaciones independientes.

35 De acuerdo con un aspecto de la presente solicitud, la presente solicitud está basada en el hallazgo de que un mapa de significado que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos en un bloque de coeficiente de transformada puede codificarse más eficazmente si los elementos de sintaxis anteriormente mencionados indican, para posiciones asociadas en el bloque de coeficiente de transformada en cuanto a si en la respectiva posición está situado un coeficiente de transformada significativo o no significativo, que se decodifican por entropía de manera adaptativa al contexto usando contextos que se seleccionan individualmente para cada uno de los elementos de sintaxis dependiendo de un número de coeficientes de transformada significativos en una cercanía del respectivo elemento de sintaxis, indicado que es significativo por cualquiera de los elementos de sintaxis anteriores. En particular, los inventores hallaron que con tamaño creciente de los bloques de coeficiente de transformada, los coeficientes de transformada significativos están de alguna manera agrupados en ciertas áreas en el bloque de coeficiente de transformada de modo que una adaptación de contexto que no es únicamente sensible al número de coeficientes de transformada significativos que se ha atravesado en los órdenes de exploración predeterminados hasta ahora sino que tiene en cuenta la cercanía de los coeficientes de transformada significativos da como resultado menor adaptación del contexto y por lo tanto aumenta la eficacia de codificación de la codificación de entropía.

Se describen realizaciones preferidas de la presente solicitud a continuación con respecto a las figuras entre las cuales

- 50 La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de un codificador de acuerdo con una realización;
- Las Figuras 2a-2c muestran esquemáticamente diferentes subdivisiones de una matriz de muestras tal como una instantánea en bloques;
- 55 La Figura 3 muestra un diagrama de bloques de un decodificador de acuerdo con una realización;
- La Figura 4 muestra un diagrama de bloques de un codificador de acuerdo con una realización de la presente solicitud en más detalle;
- 60 La Figura 5 muestra un diagrama de bloques de un decodificador de acuerdo con una realización de la presente solicitud en más detalle;
- La Figura 6 ilustra esquemáticamente una transformada de un bloque del dominio espacial al dominio espectral;

- La Figura 7 muestra un diagrama de bloques de un aparato para decodificar el mapa de significado y los coeficientes de transformada significativos de un bloque de coeficiente de transformada;
- 5 La Figura 8 ilustra esquemáticamente un subparticionamiento de un orden de exploración en subrutinas y sus diferentes direcciones de atravesamiento;
- La Figura 9 ilustra esquemáticamente definiciones de cercanía para ciertas posiciones de exploración en un bloque de transformada;
- 10 La Figura 10 ilustra esquemáticamente posibles definiciones de cercanía para algunas posiciones de exploración en bloques de transformada que radican en el borde de un bloque de transformada;
- La Figura 11 muestra una posible exploración de bloques de transformada.
- 15 Se observa que durante la descripción de las figuras, elementos que aparecen en varias de estas figuras se indican con el mismo signo de referencia en cada una de estas figuras y se evita una descripción repetida de estos elementos en lo que respecta a la funcionalidad para evitar repeticiones innecesarias. Sin embargo, las funcionalidades y descripciones proporcionadas con respecto a una figura deberán aplicarse también a otras figuras a menos que se indique explícitamente lo opuesto.
- 20 La Figura 1 muestra un ejemplo para un codificador 10 en el cual pueden implementarse los aspectos de la presente solicitud. El codificador codifica una matriz de muestras de información 20 en un flujo de datos. La matriz de muestras de información puede representar cualquier clase de señal de información espacialmente muestreada. Por ejemplo, la matriz de muestras 20 puede ser una instantánea fija o una instantánea de un vídeo. Por consiguiente, las muestras de información pueden corresponder a valores de brillo, valores de color, valores de luminancia, valores de crominancia o similares. Sin embargo, las muestras de información pueden ser también valores de profundidad en caso de que la matriz de muestras 20 sea un mapa de profundidad generado por, por ejemplo, un tiempo del sensor de luz o similares.
- 25 El codificador 10 es un codificador basado en bloques. Es decir, el codificador 10 codifica la matriz de muestras 20 en el flujo de datos 30 en unidades de bloques 40. La codificación en unidades de bloques 40 no significa necesariamente que el codificador 10 codifique estos bloques 40 totalmente independientes unos de los otros. En su lugar, el codificador 10 puede usar reconstrucciones de bloques previamente codificados para extrapolar o intra-predecir bloques restantes, y puede usar la granularidad de los bloques para establecer parámetros de codificación, es decir, para establecer la manera en la que se codifica cada región de matriz de muestras que corresponde a un respectivo bloque.
- 30 Además, el codificador 10 es un codificador de transformada. Es decir, el codificador 10 codifica los bloques 40 usando una transformada para transferir las muestras de información en cada bloque 40 del dominio espacial al dominio espectral. Puede usarse una transformada bidimensional tal como una DCT de FFT o similares. Preferentemente, los bloques 40 son de forma cuadrática o forma rectangular.
- 40 La subdivisión de la matriz de muestras 20 en bloques 40 mostrada en la Figura 1 sirve simplemente para fines de ilustración. La Figura 1 muestra la matriz de muestras 20 como que está subdividida en una disposición bidimensional regular de bloques cuadráticos o rectangulares 40 que se unen entre sí de una manera no solapante. El tamaño de los bloques 40 puede determinarse. Es decir, el codificador 10 puede no transferir una información en el tamaño de bloque de los bloques 40 en el flujo de datos 30 al lado de la decodificación. Por ejemplo, el decodificador puede esperar el tamaño de bloque predeterminado.
- 45 Sin embargo, son posibles varias alternativas. Por ejemplo, los bloques pueden solaparse entre sí. Sin embargo, el solapamiento puede estar restringido hasta un cierto punto tal que cada bloque tenga una porción no solapada por ningún bloque vecino, o de manera que cada muestra de los bloques esté solapada por, como máximo, un bloque entre los bloques vecinos dispuestos en yuxtaposición al bloque actual a lo largo de una dirección determinada. Lo último significaría que los bloques vecinos izquierdo y derecho pueden solaparse el bloque actual para cubrir totalmente el bloque actual pero pueden no solaparse entre sí, y lo mismo se aplica para los vecinos en la dirección vertical y diagonal.
- 50 Como una alternativa adicional, la subdivisión de la matriz de muestras 20 en bloques 40 puede adaptarse al contenido de la matriz de muestras 20 por el codificador 10 con la información de subdivisión en la subdivisión usada que se transfiere al lado del decodificador mediante el flujo de bits 30.
- 55 Las Figuras 2a a 2c muestran diferentes ejemplos para una subdivisión de una matriz de muestras 20 en bloques 40. La Figura 2a muestra una subdivisión basada en árbol cuádruple de una matriz de muestras 20 en bloques 40 de diferentes tamaños, indicándose bloques representativos en 40a, 40b, 40c y 40d con tamaño creciente. De acuerdo

con la subdivisión de la Figura 2a, la matriz de muestras 20 se divide primeramente en una disposición bidimensional regular de bloques de árbol 40d que, a su vez, tienen información de subdivisión individual asociada con los mismos de acuerdo con la cual un cierto bloque de árbol 40d puede subdividirse adicionalmente o no de acuerdo con una estructura de árbol cuádruple. El bloque de árbol a la izquierda del bloque 40d se subdivide ejemplarmente en bloques  
 5 más pequeños de acuerdo con una estructura de árbol cuádruple. El codificador 10 puede realizar una transformada bidimensional para cada uno de los bloques mostrados con líneas continuas y discontinuas en la Figura 2a. En otras palabras, el codificador 10 puede transformar la matriz 20 en unidades de la subdivisión de bloque.

En lugar de una subdivisión basada en árbol cuádruple puede usarse una subdivisión basada en árbol múltiple más  
 10 general y el número de nodos hijos por nivel de jerarquía puede diferir entre diferentes niveles de jerarquía.

La Figura 2b muestra otro ejemplo para una subdivisión. De acuerdo con la Figura 2b, la matriz de muestras 20 se divide en primer lugar en macrobloques 40b dispuestos en una disposición bidimensional de una manera mutuamente unida no solapante en la que cada macrobloque 40b tiene asociado con el mismo información de subdivisión de  
 15 acuerdo con la que no se subdivide un macrobloque, o, si se subdivide, se subdivide de una manera bidimensional regular en subbloques igualmente dimensionados para conseguir diferentes granularidades de división para diferentes macrobloques. El resultado es una subdivisión de la matriz de muestras 20 en bloques diferentemente dimensionados 40 con representativos de los diferentes tamaños que se indican en 40a, 40b y 40a'. Como en la Figura 2a, el codificador 10 realiza una transformada bidimensional en cada uno de los bloques mostrados en la Figura 2b con las  
 20 líneas continuas y discontinuas. La Figura 2c se analizará más adelante.

La Figura 3 muestra un decodificador 50 que puede decodificar el flujo de datos 30 generado por el codificador 10 para reconstruir una versión reconstruida 60 de la matriz de muestras 20. El decodificador 50 extrae del flujo de datos 30 el bloque de coeficiente de transformada para cada uno de los bloques 40 y reconstruye la versión reconstruida 60  
 25 realizando una transformada inversa en cada uno de los bloques de coeficiente de transformada.

El codificador 10 y decodificador 50 pueden estar configurados para realizar codificación/decodificación de entropía para insertar la información en los bloques de coeficiente de transformada en, y extraer esta información desde el flujo de datos, respectivamente. Los detalles en este sentido se describen más adelante. Debería observarse que el flujo de datos 30 no comprende necesariamente información sobre bloques de coeficiente de transformada para todos los bloques 40 de la matriz de muestras 20. En su lugar, ya que un subconjunto de bloques 40 puede codificarse en el flujo de bits 30 de otra manera. Por ejemplo, el codificador 10 puede decidir abstenerse de insertar un bloque de coeficiente de transformada para un cierto bloque de bloques 40 insertando en el flujo de bits 30 parámetros de codificación alternativos en lugar de los que posibilitan que el decodificador 50 prediga o rellene de otra manera el  
 30 respectivo bloque en la versión reconstruida 60. Por ejemplo, el codificador 10 puede realizar un análisis de textura para ubicar bloques dentro de la matriz de muestras 20 que puede rellenarse en el lado del decodificador por el decodificador por medio de síntesis de textura e indicar esto en el flujo de bits en consecuencia.

Como se analiza en las siguientes figuras, los bloques de coeficiente de transformada no representan necesariamente una representación del dominio espectral de las muestras de información originales de un respectivo bloque 40 de la matriz de muestras 20. En su lugar, un bloque de coeficiente de transformada de este tipo puede representar una representación de dominio espectral de una predicción residual del respectivo bloque 40. La Figura 4 muestra una realización para un codificador de este tipo. El codificador de la Figura 4 comprende una etapa de transformada 100, un codificador de entropía 102, una etapa de transformada inversa 104, un predictor 106 y un restador 108 así como  
 45 un sumador 110. El restador 108, la etapa de transformada 100 y el codificador de entropía 102 están conectados en serie en el orden mencionado entre una entrada 112 y una salida 114 del codificador de la Figura 4. La etapa de transformada inversa 104, el sumador 110 y el predictor 106 están conectados en el orden mencionado entre la salida de la etapa de transformada 100 y la entrada de inversión del restador 108, estando también conectada la salida de predictor 106 a una entrada adicional del sumador 110.

El codificador de la Figura 4 es un codificador de bloque basado en transformada predictivo. Es decir, los bloques de una matriz de muestras 20 que entran en la entrada 112 se predicen de porciones de la misma matriz de muestras 20 previamente codificadas y reconstruidas u otras matrices de muestras previamente codificadas y reconstruidas que pueden preceder o suceder la matriz de muestras actual 20 en el tiempo. La predicción se realiza por el predictor 106. El restador 108 resta la predicción de un bloque original de este tipo y la etapa de transformada 100 realiza una transformada bidimensional en los residuos de la predicción. La transformada bidimensional misma o una medida posterior dentro de la etapa de transformada 100 pueden conducir a una cuantificación de los coeficientes de transformada en los bloques de coeficiente de transformada. Los bloques de coeficiente de transformada cuantificados se codifican de manera sin pérdidas mediante, por ejemplo, codificación por entropía en el codificador de entropía 102  
 55 emitiéndose el flujo de datos resultante en la salida 114. La etapa de transformada inversa 104 reconstruye el residuo cuantificado y el sumador 110, a su vez, combina el residuo reconstruido con la correspondiente predicción para obtener muestras de información reconstruidas basándose en las cuales el predictor 106 puede predecir los bloques de predicción actualmente codificados anteriormente mencionados. El predictor 106 puede usar diferentes modos de predicción tales como modos de intra predicción y modos de inter predicción para predecir los bloques y los parámetros  
 60

de predicción que se reenvían al codificador de entropía 102 para su inserción en el flujo de datos.

Es decir, de acuerdo con la realización de la Figura 4, los bloques de coeficiente de transformada representan una representación espectral de un residuo de la matriz de muestras en lugar de muestras de información reales de las mismas.

Debería observarse que existen varias alternativas para la realización de la Figura 4 habiéndose descrito algunas de ellas en la porción introductoria de la memoria descriptiva cuya descripción se incorpora en la descripción de la Figura 4 con la misma. Por ejemplo, la predicción generada por el predictor 106 puede no codificarse por entropía. En su lugar, la información secundaria puede transferirse al lado de decodificación por medio de otro esquema de codificación.

La Figura 5 muestra un decodificador que puede decodificar un flujo de datos generado por el codificador de la Figura 4. El decodificador de la Figura 5 comprende un decodificador por entropía 150, una etapa de transformada inversa 152, un sumador 154 y un predictor 156. El decodificador de entropía 150, la etapa de transformada inversa 152, y el sumador 154 están conectados en serie entre una entrada 158 y una salida 160 del decodificador de la Figura 5 en el orden mencionado. Una salida adicional del decodificador de entropía 150 está conectada al predictor 156 que, a su vez, está conectado entre la salida del sumador 154 y una entrada adicional del mismo. El decodificador por entropía 150 extrae, del flujo de datos que entra en el decodificador de la Figura 5 en la entrada 158, los bloques de coeficiente de transformada en los que se aplica una transformada inversa a los bloques de coeficiente de transformada en la etapa 152 para obtener la señal residual. La señal residual se combina con una predicción del predictor 156 en el sumador 154 para obtener un bloque reconstruido de la versión reconstruida de la matriz de muestras en la salida 160. Basándose en las versiones reconstruidas, el predictor 156 genera las predicciones, reconstruyendo de esta manera las predicciones realizadas por el predictor 106 en el lado del codificador. Para obtener las mismas predicciones que aquellas usadas en el lado del codificador, el predictor 156 usa los parámetros de predicción que también obtiene el decodificador por entropía 150 del flujo de datos en la entrada 158.

Debería observarse que en las realizaciones anteriormente descritas, la granularidad espacial en la que se realiza la predicción y la transformación del residuo, no tienen que ser iguales entre sí. Esto se muestra en la Figura 2C. Esta figura muestra una subdivisión para los bloques de predicción de la granularidad de predicción con líneas continuas y la granularidad residual con líneas discontinuas. Como puede observarse, las subdivisiones pueden seleccionarse por el codificador independientemente unas de las otras. Para ser más precisos, la sintaxis de flujo de datos puede permitir una definición de la subdivisión residual independiente de la subdivisión de predicción. Como alternativa, la subdivisión residual puede ser una extensión de la subdivisión de predicción de modo que cada bloque residual es igual a o un subconjunto apropiado de un bloque de predicción. Esto se muestra en la Figura 2a y Figura 2b, por ejemplo, donde, de nuevo, se muestra la granularidad de predicción con líneas continuas y la granularidad residual con líneas discontinuas. Esto, en la Figura 2a-2c, todos los bloques que tienen un signo de referencia asociado con los mismos serían bloques residuales para los que se realizaría una transformada bidimensional mientras que las líneas continuas más grandes que abarcan los bloques de línea discontinua 40a, por ejemplo, serían bloques de predicción para los que se realiza individualmente un parámetro de predicción.

Las realizaciones anteriores tienen en común que un bloque de muestras (residuales u originales) ha de transformarse en el lado del codificador en un bloque de coeficiente de transformada que, a su vez, ha de transformarse a la inversa en un bloque reconstruido de muestras en el lado del decodificador. Esto se ilustra en la Figura 6. La Figura 6 muestra un bloque de muestras 200. En el caso de la Figura 6, este bloque 200 es ejemplarmente cuadrático y es de 4x4 muestras 202 de tamaño. Las muestras 202 están dispuestas regularmente a lo largo de una dirección horizontal x y dirección vertical y. Mediante la transformada bidimensional anteriormente mencionada T, el bloque 200 se transforma en el dominio espectral, en concreto en un bloque 204 de coeficientes de transformada 206, siendo el bloque de transformada 204 del mismo tamaño que el bloque 200. Es decir, el bloque de transformada 204 tiene tantos coeficientes de transformada 206 como tiene muestras el bloque 200, tanto en dirección horizontal como vertical. Sin embargo, ya que la transformada T es una transformación espectral, las posiciones de los coeficientes de transformada 206 en el bloque de transformada 204 no corresponden a posiciones espaciales, sino, en su lugar, a componentes espectrales del contenido del bloque 200. En particular, el eje horizontal del bloque de transformada 204 corresponde a un eje a lo largo del cual la frecuencia espectral en la dirección horizontal aumenta monótonicamente mientras que el eje vertical corresponde a un eje a lo largo del cual la frecuencia espacial en la dirección vertical aumenta monótonicamente en el que el coeficiente de transformada del componente de CC está situado en una esquina - en este punto ejemplarmente la esquina superior izquierda - del bloque 204 de modo que en la esquina inferior derecha, está situado el coeficiente de transformada 206 que corresponde a la frecuencia más alta tanto en la dirección horizontal como en la vertical. Despreciando la dirección espacial, la frecuencia espacial a la que pertenece un cierto coeficiente de transformada 206, generalmente aumenta de la esquina superior izquierda a la esquina inferior derecha. Mediante una transformada inversa  $T^{-1}$ , el bloque de transformada 204 se vuelve a transferir del dominio espectral al dominio espacial, para volver a obtener una copia 208 del bloque 200. En caso de que no se haya introducido cuantificación/pérdida durante la transformación, la reconstrucción sería perfecta.

Como ya se ha indicado anteriormente, puede observarse a partir de la Figura 6 que mayores tamaños de bloque del bloque 200 aumentan la resolución espectral de la representación espectral resultante 204. Por otra parte, el ruido de cuantificación tiende a extenderse a través de la totalidad del bloque 208 y por lo tanto, objetos abruptos y muy ubicados dentro de los bloques 200 tienden a conducir a desviaciones del bloque retransformado con relación al bloque original 200 debido al ruido de cuantificación. La principal ventaja del uso de bloque mayor es, sin embargo, que la relación entre el número de coeficientes de transformada significativos, es decir distintos de cero (cuantificados), por una parte, y el número de coeficientes de transformada no significativos, por otra parte, pueden reducirse en bloques más grandes en comparación con bloques más pequeños posibilitando de esta manera una eficacia de codificación mejor. En otras palabras, de manera frecuente, los coeficientes de transformada significativos, es decir los coeficientes de transformada no cuantificados a cero, están distribuidos a través del bloque de transformada 204 de manera dispersa. Debido a esto, de acuerdo con las realizaciones descritas en más detalle a continuación, las posiciones de los coeficientes de transformada significativos se señalizan en el flujo de datos por medio de un mapa de significado. De manera separada de los mismos, los valores del coeficiente de transformada significativo, es decir, los niveles de coeficientes de transformada en caso de que se estén cuantificando los coeficientes de transformada, se transmiten en el flujo de datos.

Por consiguiente, de acuerdo con una realización de la presente solicitud, un aparato para decodificar un mapa de significado de este tipo del flujo de datos o decodificar el mapa de significado a lo largo de los correspondientes valores de coeficientes de transformada significativos del flujo de datos, puede implementarse como se muestra en la Figura 7, y cada uno de los decodificadores de entropía anteriormente mencionados, en concreto el decodificador 50 y el decodificador de entropía 150, pueden comprender el aparato mostrado en la Figura 7.

El aparato de la Figura 7 comprende un decodificador de entropía de mapa/coeficiente 250 y un asociador 252. El decodificador de entropía de mapa/coeficiente 250 está conectado a una entrada 254 en la que entran elementos de sintaxis que representan el mapa de significado y los valores de coeficientes de transformada significativos. Como se describirá en más detalle a continuación, existen diferentes posibilidades con respecto al orden en el que los elementos de sintaxis que describen el mapa de significado, por una parte, y los valores de coeficientes de transformada significativos, por otra parte, entran en el decodificador de entropía de mapa/coeficiente 250. Los elementos de sintaxis de mapa de significado pueden preceder los correspondientes niveles, o ambos pueden intercalarse. Sin embargo, de manera preliminar se supone que los elementos de sintaxis que representan el mapa de significado preceden los valores (niveles) de los coeficientes de transformada significativos de modo que el decodificador de entropía de mapa/coeficiente 250 decodifica en primer lugar el mapa de significado y a continuación los niveles de coeficientes de transformada de los coeficientes de transformada significativos.

A medida que el decodificador de entropía de mapa/coeficiente 250 decodifica secuencialmente los elementos de sintaxis que representan el mapa de significado y los valores de coeficientes de transformada significativos, el asociador 252 está configurado para asociar estos elementos/valores de sintaxis decodificados secuencialmente a las posiciones en el bloque de transformada 256. El orden de exploración en el que el asociador 252 asocia los elementos de sintaxis decodificados secuencialmente que representan el mapa de significado y los niveles de los coeficientes de transformada significativos a las posiciones del bloque de transformada 256 sigue un orden de exploración unidimensional entre las posiciones del bloque de transformada 256 que es idéntico al orden usado en el lado de codificación para introducir estos elementos en el flujo de datos. Como se indicará también en más detalle a continuación, el orden de exploración para los elementos de sintaxis de mapa de significado puede ser igual, o no, al orden usado para los valores de coeficientes significativos.

El decodificador de entropía de mapa/coeficiente 250 puede acceder a la información en el bloque de transformada 256 disponible hasta ahora, como se genera por el asociador 252 hasta un elemento/nivel de sintaxis actualmente a decodificarse, para establecer el contexto de estimación de probabilidad para la decodificación de entropía del elemento/nivel de sintaxis actualmente a decodificarse como se indica por una línea discontinua 258. Por ejemplo, el asociador 252 puede registrar la información recopilada hasta ahora de los elementos de sintaxis asociados secuencialmente tal como los mismos niveles o la información en cuanto a si en la respectiva posición está situado o no un coeficiente de transformada significativo o en cuanto a si no se conoce nada acerca de la respectiva posición del bloque de transformada 256 en la que el decodificador de entropía de mapa/coeficiente 250 accede a esta memoria. La memoria recién mencionada no se muestra en la Figura 7 pero el signo de referencia 256 puede indicar también esta memoria como la memoria o memoria intermedia de registro que sería para almacenar la información preliminar obtenida por el asociador 252 y el decodificador de entropía 250 hasta ahora. Por consiguiente, la Figura 7 ilustra mediante cruces posiciones de coeficientes de transformada significativos obtenidas de los elementos de sintaxis previamente decodificados que representan el mapa de significado y un "1" deberá indicar que el nivel de coeficiente de transformada significativo del coeficiente de transformada significativo en la respectiva posición ya se ha decodificado y es 1. En caso de los elementos de sintaxis de mapa de significado que preceden los valores significativos en el flujo de datos, una cruz se habría registrado en la memoria 256 en la posición del "1" (esta situación habría representado la totalidad del mapa de significado) antes de introducir el "1" después de decodificar el respectivo valor.

La siguiente descripción se concentra en realizaciones específicas para codificar los bloques de coeficiente de transformada o el mapa de significado, realizaciones que son fácilmente transferibles a las realizaciones anteriormente descritas. En estas realizaciones, puede transmitirse un elemento de sintaxis binario `coded_block_flag` para cada bloque de transformada, que señala si el bloque de transformada contiene algún nivel de coeficiente de transformada significativo (es decir, coeficientes de transformada que son distintos de cero). Si este elemento de sintaxis indica que están presentes niveles de coeficientes de transformada significativos, el mapa de significado se codifica, es decir, simplemente entonces. El mapa de significado específica, como se ha indicado anteriormente, cuál de los niveles de coeficientes de transformada tiene valores distintos de cero. La codificación de mapa de significado implica una codificación de elementos de sintaxis binarios `significant_coeff_flag` que cada uno especifica una posición de coeficiente respectivamente asociada de si el correspondiente nivel de coeficiente de transformada es igual o no a cero. La codificación se realiza en un cierto orden de exploración que puede cambiar durante la codificación del mapa de significado dependiendo de las posiciones de coeficientes significativos identificadas que son significativos hasta ahora, como se describirá en más detalle a continuación. Además, la codificación de mapa de significado implica una codificación de elementos de sintaxis binarios `last_significant_coeff_flag` intercalados con la secuencia de `significant_coeff_flag` en las posiciones de los mismos, donde la bandera `significant_coeff` señala un coeficiente significativo. Si el binario `significant_coeff_flag` es igual a uno, es decir, si existe un nivel de coeficiente de transformada distinto de cero en esta posición de exploración, se codifica el elemento de sintaxis binario adicional `last_significant_coeff_flag`. Este binario indica si el nivel de coeficiente de transformada significativo actual es el último nivel de coeficiente de transformada significativo dentro del bloque o si niveles de coeficientes de transformada significativos adicionales siguen en orden de exploración. Si `last_significant_coeff_flag` indica que no siguen coeficientes de transformada significativos adicionales, no se codifican elementos de sintaxis adicionales para especificar el mapa de significado para el bloque. Como alternativa, el número de posiciones de coeficiente significativo podría señalarse en el flujo de datos con antelación de la codificación de la secuencia de `significant_coeff_flag`. En la siguiente etapa, se codifican los valores de los niveles de coeficientes de transformada significativos. Como se ha descrito anteriormente, como alternativa, la transmisión de los niveles podría intercalarse con la transmisión del mapa de significado. Los valores de niveles de coeficientes de transformada significativos se codifican en un orden de exploración adicional para el que se describen ejemplos a continuación. Se usan los siguientes tres elementos de sintaxis. El elemento de sintaxis binario `coeff_abs_greater_one` indica si el valor absoluto del nivel de coeficiente de transformada significativo es mayor que uno. Si el elemento de sintaxis binario `coeff_abs_greater_one` indica que el valor absoluto es mayor que uno, se envía un elemento de sintaxis adicional `coeff_abs_level_minus_one`, que especifica el valor absoluto del nivel de coeficiente de transformada menos uno. Finalmente, el elemento de sintaxis binario `coeff_sign_flag`, que especifica el signo del valor de coeficiente de transformada, se codifica para cada nivel de coeficiente de transformada significativo.

Las realizaciones descritas a continuación posibilitan reducir adicionalmente la tasa de bits y por lo tanto aumentar la eficacia de codificación. Para hacer esto, estas realizaciones usan un enfoque específico para modelado de contexto para elementos de sintaxis relacionados con los coeficientes de transformada. En particular, se usa una nueva selección de modelo de contexto para los elementos de sintaxis `significant_coeff_flag`, `last_significant_coeff_flag`, `coeff_abs_greater_one` y `coeff_abs_level_minus_one`. Y adicionalmente, se describe una conmutación adaptativa de la exploración durante la codificación/decodificación del mapa de significado (que especifica las ubicaciones de niveles de coeficientes de transformada distintos de cero). En cuanto al significado de los elementos de sintaxis que deben mencionarse, se hace referencia a la porción introductoria anterior de la presente solicitud.

La codificación de los elementos de sintaxis `significant_coeff_flag` y `last_significant_coeff_flag`, que especifican el mapa de significado, se mejora por una exploración adaptativa y un nuevo modelado de contexto basándose en una cercanía definida de posiciones de exploración ya codificadas. Estos nuevos conceptos dan como resultado una codificación más eficaz de mapas de significado (es decir, una reducción de la correspondiente tasa de bits), en particular para tamaños de bloque grandes.

Un aspecto de las realizaciones anteriormente señaladas es que el orden de exploración (es decir, el mapeo de un bloque de valores de coeficientes de transformada en un conjunto ordenado (vector) de niveles de coeficientes de transformada) está adaptado durante la codificación/decodificación de un mapa de significado basándose en los valores de los elementos de sintaxis ya codificados/decodificados para el mapa de significado.

En una realización preferida, el orden de exploración se conmuta de manera adaptativa entre dos o más patrones de exploración predefinidos. En una realización preferida, la conmutación puede tener lugar únicamente en ciertas posiciones de exploración predefinidas. En una realización preferida adicional de la invención, el orden de exploración se conmuta de manera adaptativa entre dos patrones de exploración predefinidos. En una realización preferida, la conmutación entre los dos patrones de exploración predefinidos puede tener lugar únicamente en ciertas posiciones de exploración predefinidas.

La ventaja de la conmutación entre patrones de exploración es una tasa de bits reducida, que es un resultado de un número menor de elementos de sintaxis codificados. Como un ejemplo intuitivo y haciendo referencia a la Figura 6, a menudo se da el caso de que valores de coeficientes de transformada significativos - en particular para bloques de

transformada grandes - estén concentrados en uno de los bordes de bloque 270, 272, puesto que los bloques residuales contienen estructuras principalmente horizontales o verticales. Con la exploración en zigzag 274 principalmente usada, existe una probabilidad de aproximadamente el 0,5 que la última sub-exploración de diagonal de la exploración de zigzag en la que se encuentra el último coeficiente significativo empieza desde el lado en el que no están concentrados los coeficientes significativos. En ese caso, han de codificarse un gran número de elementos de sintaxis para niveles de coeficientes de transformada iguales a cero antes de que se alcance el último valor de coeficiente de transformada distinto de cero. Esto puede evitarse si las sub-exploraciones diagonales se inician siempre en el lateral, donde están concentrados los niveles de coeficientes de transformada significativos.

10 Se describen a continuación más detalles para una realización preferida de la invención.

Como se ha mencionado anteriormente, también para tamaños de bloque grandes, se prefiere mantener el número de modelos de contexto razonablemente pequeño para posibilitar una adaptación rápida de los modelos de contexto y proporcionar una eficacia de codificación alta. Por lo tanto, debe usarse un contexto particular para más de una posición de exploración. Pero el concepto de asignación del mismo contexto a un número de sucesivas posiciones de exploración, como se hace para bloques de 8x8 en H.264, normalmente no es adecuado, puesto que los niveles de coeficientes de transformada significativos normalmente están concentrados en ciertas áreas de unos bloques de transformada (esta concentración puede ser un resultado de ciertas estructuras dominantes que están normalmente presentes en, por ejemplo bloques residuales). Para designar la selección de contexto, podría usarse la observación anteriormente mencionada de que los niveles de coeficientes de transformada significativos a menudo están concentrados en ciertas áreas de un bloque de transformada. A continuación, se describen conceptos mediante los cuales puede aprovecharse esta observación.

En una realización preferida, un bloque de transformada grande (por ejemplo, mayor que 8x8) se particiona en un número de subbloques rectangulares (por ejemplo, en subbloques de 16) y cada uno de estos subbloques está asociado con un modelo de contexto separado para codificar `significant_coeff_flag` y `last_significant_coeff_flag` (donde se usan diferentes modelos de contexto para `significant_coeff_flag` y `last_significant_coeff_flag`). El particionamiento en subbloques puede ser diferente de `significant_coeff_flag` y `last_significant_coeff_flag`. Puede usarse el mismo modelo de contexto para todas las posiciones de exploración que están ubicadas en un subbloque particular.

En una realización preferida adicional, un bloque de transformada grande (por ejemplo, mayor que 8x8) puede particionarse en un número de subregiones rectangulares y/o no rectangulares y cada una de estas subregiones está asociada con un modelo de contexto separado para codificar `significant_coeff_flag` y/o `last_significant_coeff_flag`. El particionamiento en subregiones puede ser diferente para `significant_coeff_flag` y `last_significant_coeff_flag`. Se usa el mismo modelo de contexto para todas las posiciones de exploración que están ubicadas en una subregión particular.

En una realización preferida adicional, el modelo de contexto para codificar `significant_coeff_flag` y/o `last_significant_coeff_flag` se selecciona basándose en los símbolos ya codificados en una cercanía espacial predefinida de la posición de la exploración actual. La cercanía predefinida puede ser diferente para diferentes posiciones de exploración. En una realización preferida, el modelo de contexto se selecciona basándose en el número de niveles de coeficientes de transformada significativos en la cercanía espacial predefinida de la posición de la exploración actual, donde se cuentan únicamente indicaciones de significado ya codificadas.

Se describen a continuación más detalles para una realización preferida de la invención.

Como se ha mencionado anteriormente, para tamaños de bloque grandes, el modelado de contexto convencional codifica un gran número de binarios (que normalmente tienen diferentes probabilidades) con un único modelo de contexto para los elementos de sintaxis `coeff_abs_greater_one` y `coeff_abs_level_minus_one`. Para evitar esta desventaja para tamaño de bloque grande, los bloques grandes pueden dividirse, de acuerdo con una realización, en subbloques cuadráticos o rectangulares pequeños de un tamaño particular y se aplica modelado de contexto separado para cada subbloque. Además, pueden usarse múltiples conjuntos de modelos de contexto, donde se selecciona uno de estos conjuntos de modelos de contexto para cada subbloque basándose en un análisis de las estadísticas de subbloques previamente codificados. En una invención de realización preferida, se usa el número de coeficientes de transformada mayor que 2 (es decir, `coeff_abs_level_minus_1 > 1`) en el subbloque previamente codificado del mismo bloque para derivar el modelo de contexto establecido para el subbloque actual. Estas mejoras para modelado de contexto de los elementos de sintaxis `coeff_abs_greater_one` y `coeff_abs_level_minus_one` da como resultado una codificación más eficaz de ambos elementos de sintaxis, en particular para tamaños de bloque grandes. En una realización preferida, el tamaño de bloque de un subbloque es 2x2. En otra realización preferida, el tamaño de bloque de un subbloque es 4x4.

En una primera etapa, un bloque mayor que un tamaño predefinido puede dividirse en subbloques más pequeños de un tamaño particular. El proceso de codificación de los niveles de coeficientes de transformada absolutos mapea el bloque cuadrático o rectangular de subbloques en un conjunto ordenado (vector) de subbloques usando una exploración, donde pueden usarse diferentes exploraciones para diferentes bloques. En una realización preferida, los

- subbloques se procesan usando una exploración en zigzag; los niveles de coeficientes de transformada dentro de un subbloque se procesan en una exploración en zigzag inversa, es decir, una exploración que se carga desde un coeficiente de transformada que pertenece a la frecuencia más alta en dirección vertical y horizontal al coeficiente relacionado con la frecuencia más baja en ambas direcciones. En otra realización preferida de la invención, se usa una exploración de zigzag inversa para codificar los subbloques y para codificar los niveles de coeficientes de transformada dentro de los subbloques. En otra realización preferida de la invención, la misma exploración adaptativa que se usa para codificar el mapa de significado (véase anteriormente) se usa para procesar la totalidad de bloques de los niveles de coeficientes de transformada.
- 10 La división de un bloque de transformada grande en subbloques evita el problema de uso de solamente un modelo de contexto para la mayoría de los binarios de un bloque de transformada grande. Dentro de los subbloques, puede usarse el modelado de contexto del estado de la técnica (como se especifica en H.264) o de contexto fijo, dependiendo del tamaño real de los subbloques. Adicionalmente, las estadísticas (en términos de modelación de probabilidad) para tales subbloques son diferentes de las estadísticas de un bloque de transformada con el mismo tamaño. Esta propiedad puede aprovecharse extendiendo el conjunto de modelos de contexto para los elementos de sintaxis `coeff_abs_greater_one` y `coeff_abs_level_minus_one`. Pueden proporcionarse múltiples conjuntos de modelos de contexto, y para cada subbloque puede seleccionarse uno de estos conjuntos de modelos de contexto basándose en las estadísticas del subbloque previamente codificado en el bloque de transformada actual o en bloques de transformada previamente codificados. En una realización preferida de la invención, el conjunto seleccionado de modelos de contexto se deriva basándose en las estadísticas de los subbloques previamente codificados en el mismo bloque. En otra realización preferida de la invención, el conjunto seleccionado de modelos de contexto se deriva basándose en las estadísticas del mismo subbloque de bloques previamente codificados. En una realización preferida, el número de conjuntos de modelos de contexto se establece igual a 4, mientras que otra realización preferida, el número de conjuntos de modelo de contexto se establece igual a 16. En una realización preferida, las estadísticas que se usan para derivar el conjunto de modelos de contexto es el número de niveles de coeficientes de transformada absoluto mayor que 2 en subbloques previamente codificados. En otra realización preferida, las estadísticas que se usan para derivar el conjunto de modelos de contexto es la diferencia entre el número de coeficientes significativos y el número de niveles de coeficientes de transformada con un valor absoluto mayor que 2.
- 30 La codificación del mapa de significado puede realizarse como se indica a continuación, en concreto mediante una conmutación adaptativa del orden de exploración.

En una realización preferida, el orden de exploración para codificar el mapa de significado está adaptado a la conmutación entre dos patrones de exploración predefinidos. La conmutación entre los patrones de exploración puede hacerse únicamente en ciertas posiciones de exploración predefinidas. La decisión de si se conmuta el patrón de exploración depende de los valores de los elementos de sintaxis de mapa de significado ya codificado/decodificado. En una realización preferida, ambos patrones de exploración predefinidos especifican patrones de exploración con subexploraciones diagonales, similares al patrón de exploración de la exploración en zigzag. Los patrones de exploración se ilustran en la Figura 8. Ambos patrones de exploración 300 y 302 consisten en un número de subexploraciones diagonales para diagonales de abajo-izquierda a arriba-derecha o viceversa. La exploración de las subexploraciones diagonales (no ilustrada en la figura) se hace de arriba-izquierda a abajo-derecha para ambos patrones de exploración predefinidos. Pero la exploración dentro de las subexploraciones diagonales es diferente (como se ilustra en la figura). Para el primer patrón de exploración 300, las subexploraciones de diagonal se exploran de abajo-izquierda a arriba-derecha (ilustración izquierda de la Figura 8), y para el segundo patrón de exploración 302, las subexploraciones diagonales se exploran de arriba-derecha a abajo-izquierda (ilustración derecha de la Figura 8). En una realización, la codificación del mapa de significado se inicia con el segundo patrón de exploración. Mientras se codifican/decodifican los elementos de sintaxis, el número de valores de coeficientes de transformada significativos se cuenta por dos contadores  $c_1$  y  $c_2$ . El primer contador  $c_1$  cuenta el número de coeficientes de transformada significativos que están ubicados en la parte abajo-izquierda del bloque de transformada; es decir, este contador se incrementa en uno cuando se codifica/decodifica un nivel de coeficiente de transformada significativo para el que la coordenada horizontal  $x$  dentro del bloque de transformada es menor que la coordenada vertical  $y$ . El segundo contador  $c_2$  cuenta el número de coeficientes de transformada significativos que están ubicados en la parte arriba-derecha del bloque de transformada; es decir, este contador se incrementa en uno cuando se codifica/decodifica un nivel de coeficiente de transformada significativo para el que la coordenada horizontal  $x$  dentro del bloque de transformada es mayor que la coordenada vertical  $y$ . La adaptación de los contadores puede realizarse por el asociador 252 en la Figura 7 y puede describirse por las siguientes fórmulas, donde  $t$  especifica el índice de posición de exploración y ambos contadores se inicializan con cero:

$$C_1(t+1) = \begin{cases} 1 + c_1(t), & x < y \\ c_1(t), & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

$$C_2(t+1) = \begin{cases} 1 + c_2(t), & x > y \\ c_2(t), & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

Al final de cada subexploración diagonal, se decide por el asociador 252 si se usa el primer o el segundo de los patrones de exploración predefinidos 300, 302 para la siguiente subexploración de diagonal. Esta decisión está basada en los valores de los contadores  $c_1$  y  $c_2$ . Cuando el contador de la parte abajo-izquierda del bloque de transformada es mayor que el contador para la parte abajo-izquierda, se usa el patrón de exploración que explora las subexploraciones de diagonal de abajo-izquierda a arriba-derecha; de lo contrario (el contador para la parte abajo-izquierda del bloque de transformada es menor o igual que el contador para la parte abajo-izquierda), el patrón de exploración que explora las subexploraciones diagonales de arriba-derecha abajo-izquierda. Esta decisión puede expresarse por la siguiente fórmula:

$$d_{t+1} = \begin{cases} \text{arriba derecha abajo izquierda, } c_1 \leq c_2 \\ \text{abajo izquierda a arriba derecha, } c_1 > c_2 \end{cases}$$

Debería observarse que la realización anteriormente descrita de la invención puede aplicarse fácilmente a otros patrones de exploración. Como un ejemplo, el patrón de exploración que se usa para macrobloques de campo en H.264 puede descomponerse también en subexploraciones. En una realización preferida adicional, un patrón de exploración dado pero arbitrario se descompone en subexploraciones. Para cada una de las subexploraciones, se definen dos patrones de exploración: uno de abajo-izquierda a arriba-derecha y uno de arriba-derecha a abajo-izquierda (como dirección de exploración básica). Además, se introducen dos contadores que cuentan el número de coeficientes significativos en una primera parte (cerca del borde abajo-izquierdo de unos bloques de transformada) y una segunda parte (cerca del borde superior-derecho de unos bloques de transformada) dentro de las subexploraciones. Finalmente, al final de cada subexploración se decide (basándose en los valores de los contadores), si se explora la siguiente subexploración de abajo-izquierda a arriba-derecha o de arriba-derecha a abajo-izquierda.

A continuación, se presentan las realizaciones para cómo el decodificador de entropía 250 modela los contextos.

En una realización preferida, el modelado de contexto para la bandera `significant_coeff` se hace como sigue. Para bloques de 4x4, el modelado de contexto se hace como se especifica en H.264. Para bloques de 8x8, el bloque de transformada se descompone en 16 subbloques de 2x2 muestras, y cada uno de estos subbloques está asociado con un contexto separado. Obsérvese que este concepto puede extenderse a tamaños de bloque más grandes, un número diferente de subbloques, y también subregiones no rectangulares como se ha descrito anteriormente.

En una realización preferida adicional, la selección de modelo de contexto para bloques de transformada más grandes (por ejemplo, para bloques mayores que 8x8) está basada en el número de coeficientes de transformada significativos ya codificados en una cercanía predefinida (dentro del bloque de transformada). Se ilustra un ejemplo para la definición de cercanías, que corresponde a una realización preferida de la invención en la Figura 9. Las cruces con un círculo alrededor iguales son cercanías disponibles, que siempre se tienen en cuenta para la evaluación y las cruces con un triángulo son vecinos que se evalúan dependiendo de la posición de la exploración actual y dirección de exploración actual):

- Si la posición de la exploración actual radica en el interior de la esquina izquierda de 2x2 304, se usa un modelo de contexto separado para cada posición de exploración (Figura 9, ilustración izquierda)
- Si la posición de la exploración actual no radica dentro de la esquina izquierda de 2x2 y no está ubicada en la primera fila o la primera columna del bloque de transformada, entonces los vecinos ilustrados a la derecha en la Figura 9 se usan para evaluar el número de coeficientes de transformada significativos en las cercanías de la posición de la exploración actual "x" sin nada alrededor de ella.
- Si la posición de la exploración actual "x" sin nada alrededor de ella cae en la primera fila del bloque de transformada, entonces se usan los vecinos especificados en la ilustración derecha de la Figura 10.
- Si la posición de la exploración actual "x" cae en la primera columna del bloque, entonces se usan los vecinos especificados en la ilustración izquierda de la Figura 10.

En otras palabras, el decodificador 250 puede estar configurado para extraer secuencialmente los elementos de sintaxis de mapa de significado por decodificación de entropía de manera adaptativa al contexto mediante el uso de contextos que se seleccionan individualmente para cada uno de los elementos de sintaxis de mapa de significado dependiendo de un número de posiciones en las que están situados los coeficientes de transformada significativos de elementos de sintaxis de mapa de significado previamente extraídos y asociados, estando restringidas las posiciones a unas que radican en una cercanía de la posición ("x" en la Figura 9 al lado derecho y la Figura 10 a ambos lados, y cualquiera de las posiciones marcadas del lado izquierdo de la Figura 9) con las que está asociado el respectivo elemento de sintaxis de mapa de significado actual. Como se muestra, la cercanía de la posición con la que está asociado el respectivo elemento de sintaxis actual, puede comprender simplemente posiciones directamente adyacentes a o separadas de la posición con la que está asociado el respectivo elemento de sintaxis de mapa de significado, en una posición en dirección vertical y/o una posición en la dirección horizontal en el máximo. Como alternativa, pueden tenerse en cuenta simplemente posiciones directamente adyacentes al respectivo elemento de sintaxis actual. De manera concurrente, el tamaño del bloque de coeficiente de transformada puede ser igual a o mayor que posiciones de 8x8.

En una realización preferida, el modelo de contexto que se usa para codificar una bandera `significant_coeff` particular se elige dependiendo del número de niveles de coeficientes de transformada significativos ya codificados en las cercanías definidas. En este punto, el número de modelos de contexto disponibles puede ser menor que el posible valor para el número de niveles de coeficientes de transformada significativos en las cercanías definidas. El codificador y decodificador pueden contener una tabla (o un mecanismo de mapeo diferente) para mapear el número de niveles de coeficientes de transformada significativos en las cercanías definidas en un índice de modelo de contexto.

En una realización preferida adicional, el índice de modelo de contexto elegido depende del número de niveles de coeficientes de transformada significativos en las cercanías definidas y de uno o más parámetros adicionales como el tipo de las cercanías usadas o la posición de exploración o un valor cuantificado para la posición de exploración.

Para la codificación de `last_significant_coeff_flag`, puede usarse un modelado de contexto similar para `significant_coeff_flag`. Sin embargo, la medida de probabilidad para `last_significant_coeff_flag` depende principalmente de una distancia de la posición de la exploración actual a la esquina superior-izquierda del bloque de transformada. En una realización preferida, el modelo de contexto para codificar `last_significant_coeff_flag` se elige basándose en la diagonal de exploración en la que radica la posición de la exploración actual (es decir, se elige basándose en  $x + y$ , donde  $x$  e  $y$  representan la ubicación horizontal y vertical de una posición de exploración dentro del bloque de transformada, respectivamente, en el caso de la realización anterior de la Figura 8, o basándose en la cantidad de subexploraciones entre la subexploración actual y la posición de CC superior izquierda (tal como índice de subexploración menos 1)). En una realización preferida de la invención, el mismo contexto se usa para diferentes valores de  $x + y$ . La medida de distancia, es decir  $x + y$  o el índice de subexploración se mapea en el conjunto de modelos de contexto de una cierta manera (por ejemplo cuantificando  $x + y$  o el índice de subexploración), donde el número de posibles valores para la medida de distancia es mayor que el número de modelos de contexto disponibles para codificar `last_significant_coeff_flag`.

En una realización preferida, se usan diferentes esquemas de modelado de contexto para diferentes tamaños de bloques de transformada.

A continuación se describe la codificación de los niveles de coeficientes de transformada absolutos.

En una realización preferida, el tamaño de los subbloques es  $2 \times 2$  y el modelado de contexto dentro de los subbloques está desactivado, es decir, se usa un único modelo de contexto para todos los coeficientes de transformada dentro de un subbloque de  $2 \times 2$ . Únicamente pueden verse afectados bloques mayores que  $2 \times 2$  por el proceso de subdivisión. En una realización preferida adicional de esta invención, el tamaño de los subbloques es  $4 \times 4$  y el modelado de contexto dentro de los subbloques se hace como en H.264; únicamente se ven afectados los bloques mayores que  $4 \times 4$  por el proceso de subdivisión.

En cuanto al orden de exploración, en una realización preferida, se emplea una exploración en zigzag 320 para explorar los subbloques 322 de un bloque de transformada 256, es decir, a lo largo de una dirección de frecuencia sustancialmente creciente, mientras que los coeficientes de transformada dentro de un subbloque se exploran en una exploración en zigzag inversa 326 (Figura 11). En una realización preferida adicional de la invención, tanto los subbloques 322 como los niveles de coeficientes de transformada dentro de los subbloques 322 se exploran usando una exploración en zigzag inversa (como la ilustración en la Figura 11, donde la flecha está invertida 320). En otra realización preferida, se usa la misma exploración adaptativa que para codificar el mapa de significado para procesar los niveles de coeficientes de transformada, donde la decisión de adaptación es la misma, de modo que se usa exactamente la misma exploración para tanto la codificación del mapa de significado como la codificación de los valores de nivel de coeficiente de transformada. Debería observarse que la misma exploración no depende normalmente de las estadísticas seleccionadas o del número de conjuntos de modelo de contexto o de la decisión de activar o desactivar el modelado de contexto dentro de los subbloques.

A continuación se describen realizaciones para modelado de contexto para los niveles de coeficientes.

En una realización preferida, el modelado de contexto para un subbloque es similar al modelado de contexto para bloques de  $4 \times 4$  en H.264 como se ha descrito anteriormente. El número de modelos de contexto que se usan para codificar el elemento de sintaxis `coeff_abs_greater_one` y el primer binario del elemento de sintaxis `coeff_abs_level_minus_one` es igual a cinco, por ejemplo, usando diferentes conjuntos de modelos de contexto para los dos elementos de sintaxis. En una realización preferida adicional, el modelado de contexto dentro de los subbloques está desactivado y únicamente se usa un modelo de contexto predefinido dentro de cada subbloque. Para ambas realizaciones, el conjunto de modelo de contexto para un subbloque 322 se selecciona entre un número predefinido de conjuntos de modelo de contexto. La selección del ajuste de modelo de contexto para un subbloque 322 está basada en ciertas estadísticas de uno o más subbloques ya codificados. En una realización preferida, las estadísticas usadas para seleccionar un conjunto de modelo de contexto para un subbloque se toman de uno o más subbloques ya codificados en el mismo bloque 256. Se describe a continuación cómo se usan las estadísticas para

5 derivar el conjunto de modelo de contexto seleccionado. En una realización preferida adicional, las estadísticas se toman del mismo subbloque en un bloque previamente codificado con el mismo tamaño de bloque tal como el bloque 40a y 40a' en la Figura 2b. En otra realización preferida de la invención, las estadísticas se toman de un subbloque vecino definido en el mismo bloque, que depende de la exploración seleccionada para los subbloques. También, es importante observar que la fuente de las estadísticas debe ser independiente del orden de exploración y cómo se crean las estadísticas para derivar el conjunto de modelo de contexto.

10 En una realización preferida, el número de conjuntos de modelo de contexto es igual a cuatro, mientras que en otra realización preferida, el número de conjuntos de modelo de contexto es igual a 16. De manera común, el número de conjuntos de modelo de contexto no está fijado y no debe adaptarse de acuerdo con las estadísticas seleccionadas. En una realización preferida, el conjunto de modelo de contexto para un subbloque 322 se deriva basándose en el número de niveles de coeficientes de transformada absolutos mayores que dos en uno o más subbloques ya codificados. Se determina un índice para el conjunto de modelo de contexto mapeando el número de niveles de coeficientes de transformada absolutos mayores que dos en el subbloque de referencia o subbloques de referencia  
15 en un conjunto de índices de modelo de contexto predefinidos. Este mapeo puede implementarse cuantificando el número de niveles de coeficientes de transformada absolutos mayores que dos o por una tabla predefinida. En una realización preferida adicional, el conjunto de modelo de contexto para un subbloque se deriva basándose en la diferencia entre el número de niveles de coeficientes de transformada significativos y el número de niveles de coeficientes de transformada absoluto mayor que dos en uno o más subbloques ya codificados. Se determina un índice  
20 para el conjunto de modelo de contexto mapeando esta diferencia en un conjunto de índices de modelo de contexto predefinidos. Este mapeo puede implementarse cuantificando la diferencia entre el número de niveles de coeficientes de transformada significativos y el número de niveles de coeficientes de transformada absolutos mayores que dos o por una tabla predefinida.

25 En otra realización preferida, cuando se usa la misma exploración adaptativa para procesar los niveles de coeficientes de transformada absolutos y el mapa de significado, pueden usarse las estadísticas parciales de los subbloques en los mismos bloques para derivar el ajuste de modelo de contexto para el subbloque actual, o, si están disponibles, pueden usarse las estadísticas de subbloques previamente codificados en bloques de transformada previamente codificados. Eso significa, por ejemplo, en lugar de usar el número absoluto de niveles de coeficientes de transformada absolutos mayores que dos en el subbloque o subbloques para derivar el modelo de contexto, el número de niveles de coeficientes de transformada absolutos ya codificados mayores que dos multiplicado por la relación del número de coeficientes de transformada en el subbloque o subbloques y se usa el número de coeficientes de transformada ya codificados en el subbloque o subbloques; o en lugar de usar la diferencia entre el número de niveles de coeficientes de transformada significativos y el número de niveles de coeficientes de transformada absolutos mayores que dos en el subbloque o subbloques, se usa la diferencia entre el número de niveles de coeficientes de transformada significativos ya codificados y los niveles de coeficientes de transformada absolutos ya codificados mayor que dos multiplicado por la relación del número de coeficientes de transformada en el subbloque o subbloques y el número de coeficientes de transformada ya codificados en el subbloque o subbloques.  
30  
35

40 Para el modelado de contexto dentro de los subbloques, básicamente puede emplearse la inversa del modelado de contexto del estado de la técnica para H.264. Eso significa, cuando se usa la misma exploración adaptativa para procesar los niveles de coeficientes de transformada absolutos y el mapa de significado, los niveles de coeficientes de transformada se codifican básicamente en un orden de exploración directo, en lugar de un orden de exploración inverso como en H.264. Por lo tanto, la conmutación de modelo de contexto tiene que adaptarse en consecuencia. De acuerdo con una realización, la codificación de los niveles de coeficientes de transformada se inicia con un primer modelo de contexto para los elementos de sintaxis `coeff_abs_greater_one` y `coeff_abs_level_minus_one`, y se conmuta al siguiente modelo de contexto en el conjunto cuando se han codificado dos elementos de sintaxis `coeff_abs_greater_one` iguales a cero desde la última conmutación de modelo de contexto. En otras palabras, la selección de contexto depende del número de elementos de sintaxis ya codificados `coeff_abs_greater_one` mayores que cero en orden de exploración. El número de modelos de contexto para `coeff_abs_greater_one` y para `coeff_abs_level_minus_one` puede ser el mismo que en H.264.  
45  
50

Por lo tanto, las realizaciones anteriores pueden aplicarse al campo de procesamiento de señal digital y, en particular, a decodificadores y codificadores de imagen y de vídeo. En particular, las realizaciones anteriores posibilitan una codificación de elementos de sintaxis relacionados con coeficientes de transformada en códecs de vídeo y de imagen basados en bloques, con un modelado de contexto mejorado para elementos de sintaxis relacionados con coeficientes de transformada que se codifican con un codificador de entropía que emplea un modelado de probabilidad. En comparación con el estado de la técnica, se consigue una eficacia de codificación mejorada, en particular para bloques de transformada grandes.  
55  
60

Aunque se han descrito algunos aspectos en el contexto de un aparato, es evidente que estos aspectos también representan una descripción del método correspondiente, donde un bloque o dispositivo corresponde a una etapa de método o una característica de una etapa de método. De manera análoga, los aspectos descritos en el contexto de una etapa de método también representan una descripción de un bloque o elemento correspondiente o características

de un correspondiente aparato.

La señal codificada inventiva para representar el bloque de transformada o el mapa de significado, respectivamente, puede almacenarse en un medio de almacenamiento digital o puede transmitirse en un medio de transmisión tal como un medio de transmisión inalámbrica o un medio de transmisión alámbrica tal como internet.

Dependiendo de ciertos requisitos de implementación, las realizaciones de la invención pueden implementarse en hardware o en software. La implementación puede realizarse usando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo un disco flexible, un DVD, un Blue-Ray, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM, o una memoria FLASH, que tiene señales de control electrónicamente legibles almacenadas en el mismo, que cooperan (o pueden cooperar) con un sistema informático programable de manera que se realiza el respectivo método. Por lo tanto, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

Algunas realizaciones de acuerdo con la invención comprenden un soporte de datos que tiene señales de control electrónicamente legibles, que pueden cooperar con un sistema informático programable, de manera que se realiza uno de los métodos descritos en el presente documento.

En general, las realizaciones de la presente invención pueden implementarse como un producto de programa informático con un código de programa, siendo el código de programa operativo para realizar uno de los métodos cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. El código de programa puede almacenarse, por ejemplo, en un soporte legible por máquina.

Otras realizaciones comprenden el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento, almacenado en soporte legible por máquina.

En otras palabras, una realización del método inventivo es, por lo tanto, un programa informático que tiene un código de programa para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

Una realización adicional de los métodos inventivos 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 realizar uno de los métodos descritos en el presente documento.

Una realización adicional del método inventivo es, por lo tanto, un flujo de datos o una secuencia de señales que representan el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento. El flujo de datos o la secuencia de señales pueden configurarse, por ejemplo, para transferirse mediante una conexión de comunicación de datos, por ejemplo mediante Internet.

Una realización adicional comprende un medio de procesamiento, por ejemplo un ordenador, o un dispositivo de lógica programable, configurado para o adaptado para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento.

Una realización adicional comprende un ordenador que tiene instalado en el mismo el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento.

En algunas realizaciones, un dispositivo de lógica programable (por ejemplo un campo de matriz de puertas programables) puede usarse para realizar algunas o todas las funcionalidades de los métodos descritos en el presente documento. En algunas realizaciones, un campo de matriz de puertas programables puede cooperar con un microprocesador para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento. En general, los métodos se realizan preferentemente por cualquier aparato de hardware.

Las realizaciones anteriormente descritas son meramente ilustrativas de los principios de la presente invención. Se entiende que serán evidentes modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en el presente documento para los expertos en la materia. Se pretende, por lo tanto, estar limitado únicamente por el alcance de las reivindicaciones de patente siguientes y no por los detalles específicos presentados por medio de descripción y explicación de las realizaciones del presente documento.

**REIVINDICACIONES**

1. Decodificador para decodificar un flujo de datos (30) para reconstruir una versión reconstruida de una matriz de muestras (20), configurada para extraer del flujo de datos un bloque de coeficiente de transformada para cada uno de los bloques (40) de la matriz de muestras, y reconstruir la versión reconstruida realizando una transformada inversa en cada uno de los bloques de coeficiente de transformada, extraer, por decodificación de entropía, información en los bloques de coeficiente de transformada del flujo de datos decodificando un mapa de significado que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos en un bloque de coeficiente de transformada del flujo de datos
- extrayendo un mapa de significado que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos en el bloque de coeficiente de transformada, y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos en el bloque de coeficiente de transformada de un flujo de datos, extrayendo secuencialmente, al extraer el mapa de significado, elementos de sintaxis de primer tipo del flujo de datos mediante decodificación de entropía adaptativa al contexto, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas en el bloque de coeficiente de transformada en cuanto a si en la respectiva posición está situado un coeficiente de transformada significativo o no significativo; y asociar secuencialmente los elementos de sintaxis de primer tipo extraídos secuencialmente a las posiciones del bloque de coeficiente de transformada en un orden de exploración predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficiente de transformada, usar, en la decodificación de entropía de manera adaptativa al contexto de los elementos de sintaxis de primer tipo, contextos que se seleccionan individualmente para cada uno de los elementos de sintaxis de primer tipo dependiendo de un número de posiciones en las que están situados los coeficientes de transformada significativos de elementos de sintaxis de primer tipo previamente extraídos y asociados, en una cercanía de la posición con la que está asociado un elemento de sintaxis de primer tipo actual.
2. Decodificador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el bloque de coeficiente de transformada se refiere a un contenido de mapa de profundidad.
3. Codificador para codificar una matriz de muestras de información en un flujo de datos en unidades de bloques, configurado para codificar bloques (40) de la matriz de muestras de información usando una transformada para transferir las muestras de información en cada bloque (40) del dominio espacial al dominio espectral para obtener bloques de coeficiente de transformada, e insertar, mediante codificación por entropía, información sobre los bloques de coeficiente de transformada en el flujo de datos codificando un mapa de significado que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos en un bloque de coeficiente de transformada en el flujo de datos, codificando un mapa de significado que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos en el bloque de coeficiente de transformada, y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos en el bloque de coeficiente de transformada en el flujo de datos, codificando secuencialmente, al codificar el mapa de significado, elementos de sintaxis de primer tipo en el flujo de datos mediante codificación por entropía adaptativa al contexto, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas en el bloque de coeficiente de transformada en cuanto a si en la respectiva posición está situado un coeficiente de transformada significativo o no significativo, codificándose secuencialmente los elementos de sintaxis de primer tipo en el flujo de datos en un orden de exploración predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficiente de transformada, en el que, en codificación por entropía de manera adaptativa al contexto cada uno de los elementos de sintaxis de primer tipo, se usan contextos que se seleccionan individualmente para los elementos de sintaxis de primer tipo dependiendo de un número de posiciones en las que están situados coeficientes de transformada significativos y con los que están asociados los elementos de sintaxis de primer tipo previamente codificados, en una cercanía de la posición con la que está asociada un elemento de sintaxis de primer tipo actual.
4. Codificador de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el bloque de coeficiente de transformada se refiere a un contenido de mapa de profundidad.
5. Método para decodificar un flujo de datos (30) para reconstruir una versión reconstruida de una matriz de muestras (20), comprendiendo el método extraer del flujo de datos un bloque de coeficiente de transformada para cada uno de los bloques (40) de la matriz de muestras, y reconstruir la versión reconstruida realizando una transformada inversa en cada uno de los bloques de coeficiente de transformada, extraer, mediante decodificación de entropía, información en los bloques de coeficiente de transformada del flujo de datos decodificando un mapa de significado que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos en un bloque de coeficiente de transformada del flujo de datos
- extrayendo un mapa de significado que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos en el

- bloque de coeficiente de transformada, y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos en el bloque de coeficiente de transformada de un flujo de datos, extrayendo secuencialmente, al extraer el mapa de significado, elementos de sintaxis de primer tipo del flujo de datos mediante decodificación de entropía adaptativa al contexto, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas en el bloque de coeficiente de transformada en cuanto a si en la respectiva posición está situado un coeficiente de transformada significativo o no significativo; y
- 5 asociar secuencialmente los elementos de sintaxis de primer tipo extraídos secuencialmente a las posiciones del bloque de coeficiente de transformada en un orden de exploración predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficiente de transformada,
- 10 en el que, al decodificar por entropía de manera adaptativa al contexto los elementos de sintaxis de primer tipo, se usan contextos que se seleccionan individualmente para cada uno de los elementos de sintaxis de primer tipo dependiendo de un número de posiciones en las que están situados de acuerdo con los coeficientes de transformada significativos de elementos de sintaxis de primer tipo previamente extraídos y asociados, en una cercanía de la posición con la que está asociado un elemento de sintaxis de primer tipo actual.
- 15
6. Método para codificar una matriz de muestras de información en un flujo de datos en unidades de bloques, comprendiendo el método codificar bloques (40) de la matriz de muestras de información usando una transformada para transferir las muestras de información en cada bloque (40) del dominio espacial al dominio espectral para obtener bloques de coeficiente de transformada, e
- 20 insertar, por codificación por entropía, información en los bloques de coeficiente de transformada en el flujo de datos codificando un mapa de significado que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos en un bloque de coeficiente de transformada en el flujo de datos
- codificando un mapa de significado que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos en el bloque de coeficiente de transformada, y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos en el
- 25 bloque de coeficiente de transformada en el flujo de datos, codificando secuencialmente, al codificar el mapa de significado, elementos de sintaxis de primer tipo en el flujo de datos mediante codificación por entropía adaptativa al contexto, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas en el bloque de coeficiente de transformada en cuanto a si en la respectiva posición está situado un coeficiente de transformada significativo o no significativo, en el que se realiza la codificación secuencial de los elementos de sintaxis de primer tipo en el flujo de
- 30 datos en un orden de exploración predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficiente de transformada, y en codificación por entropía de manera adaptativa al contexto cada uno de los elementos de sintaxis de primer tipo, se usan contextos que se seleccionan individualmente para los elementos de sintaxis de primer tipo dependiendo de un número de posiciones en las que están situados coeficientes de transformada significativos y con los que están asociados los elementos de sintaxis de primer tipo previamente codificados, en una cercanía de la posición con la que
- 35 está asociado un elemento de sintaxis de primer tipo actual.
7. Flujo de datos que tiene codificado en el mismo una matriz de muestras de información en un flujo de datos en unidades de bloques con una transformada que se usa para transferir las muestras de información en cada bloque (40) del dominio espacial al dominio espectral para obtener bloques de coeficiente de transformada, comprendiendo
- 40 el flujo de datos un mapa de significado que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos en un bloque de coeficiente de transformada, en el que el mapa de significado que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos en el bloque de coeficiente de transformada se codifica en el flujo de datos, seguido por los valores de los coeficientes de transformada significativos en el bloque de coeficiente de transformada, en el que, en el mapa de significado, los elementos de sintaxis de primer tipo se codifican secuencialmente en el flujo de datos
- 45 mediante codificación por entropía adaptativa al contexto, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas en el bloque de coeficiente de transformada en cuanto a si en la respectiva posición está situado un coeficiente de transformada significativo o no significativo, en el que los elementos de sintaxis de primer tipo se codifican secuencialmente en el flujo de datos en un orden de exploración predeterminado entre las posiciones del
- 50 bloque de coeficiente de transformada, y los elementos de sintaxis de primer tipo se codifican por entropía de manera adaptativa al contexto usando contextos que se seleccionan individualmente para los elementos de sintaxis de primer tipo dependiendo de un número de posiciones en las que están situados coeficientes de transformada significativos y con los que están asociados los elementos de sintaxis de primer tipo precedentes codificados en el flujo de datos, en una cercanía de la posición con la que está asociado un elemento de sintaxis de primer tipo actual.
- 55
8. Flujo de datos de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el bloque de coeficiente de transformada se refiere a un contenido de mapa de profundidad.
9. Medio de almacenamiento digital legible por ordenador que tiene almacenado en el mismo un programa informático que tiene un código de programa para realizar, cuando se ejecuta en un ordenador, un método de acuerdo con las
- 60 reivindicaciones 5 o 6.

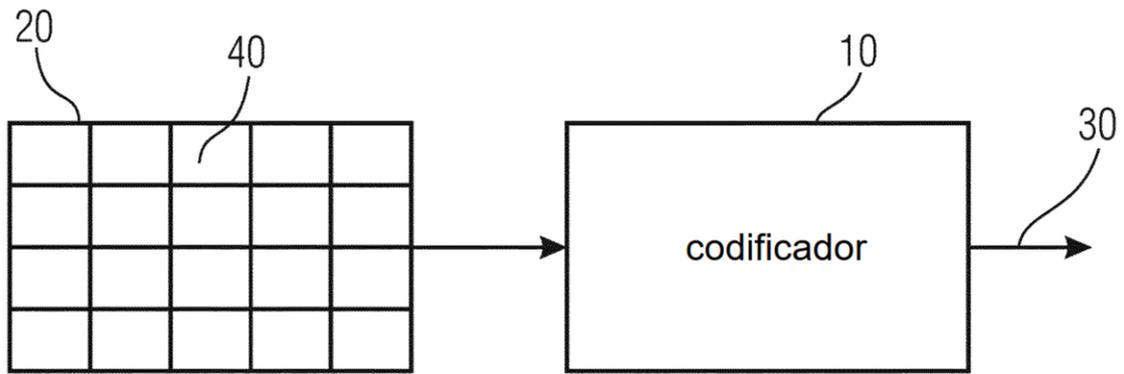


FIG 1

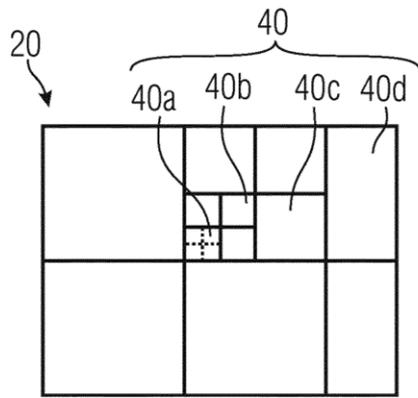


FIG 2A

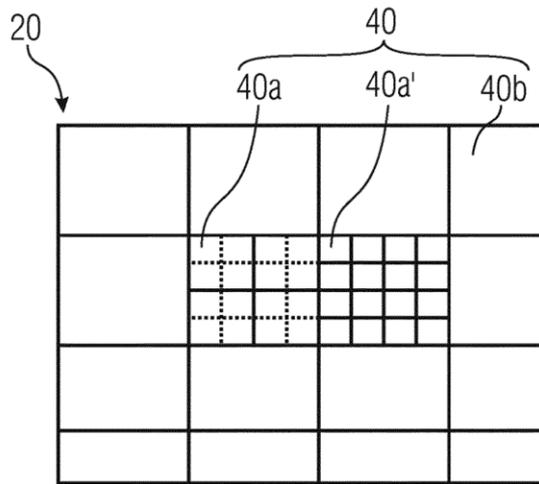


FIG 2B

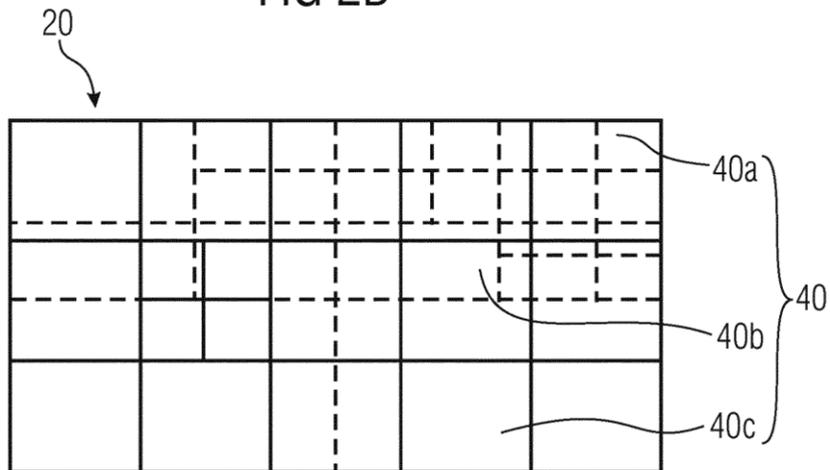


FIG 2C

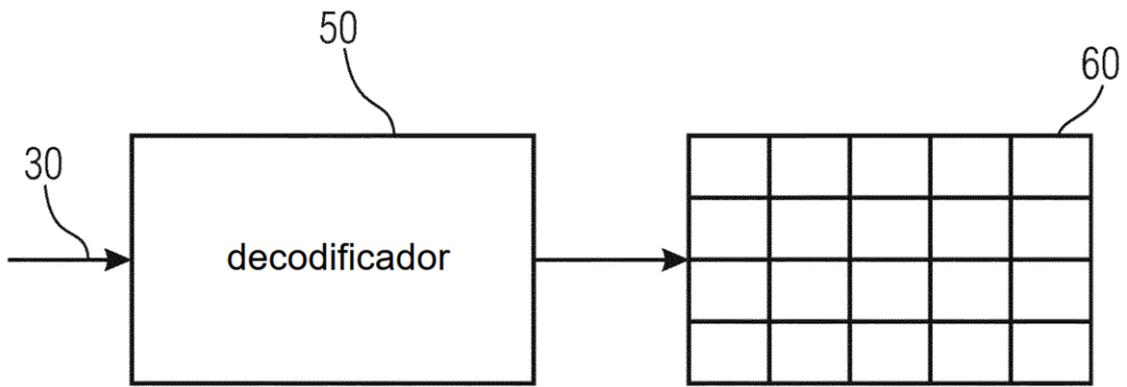


FIG 3

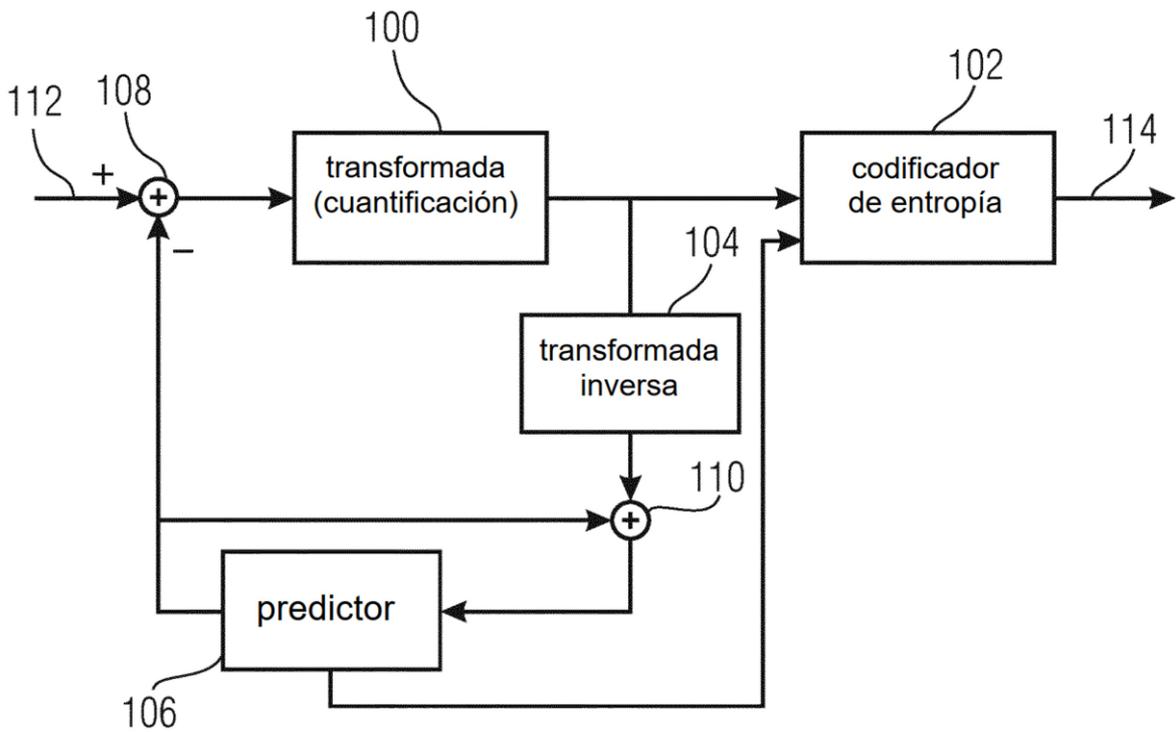


FIG 4

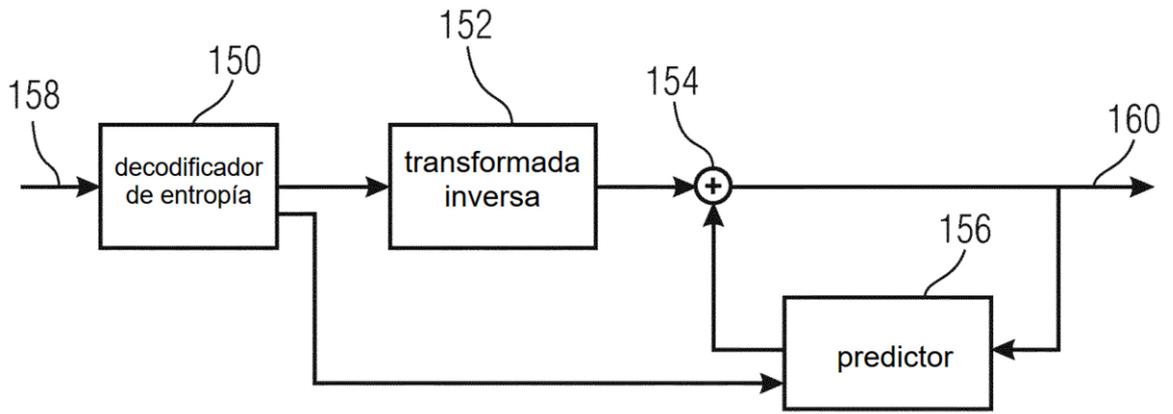


FIG 5

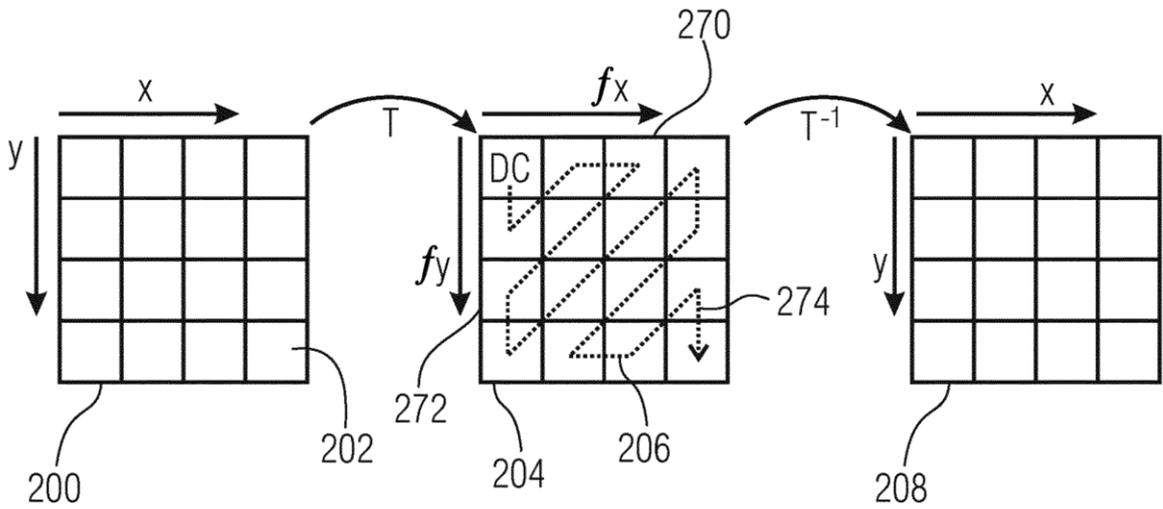


FIG 6

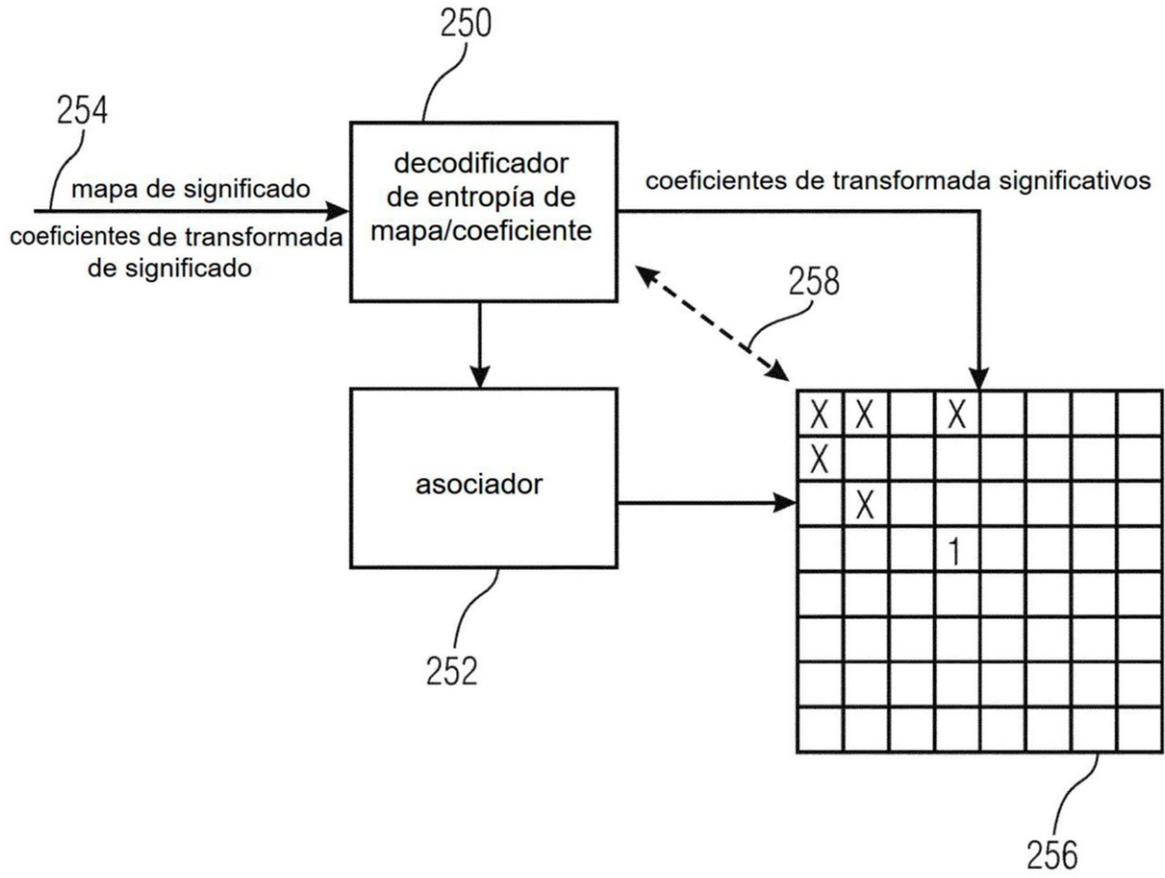


FIG 7

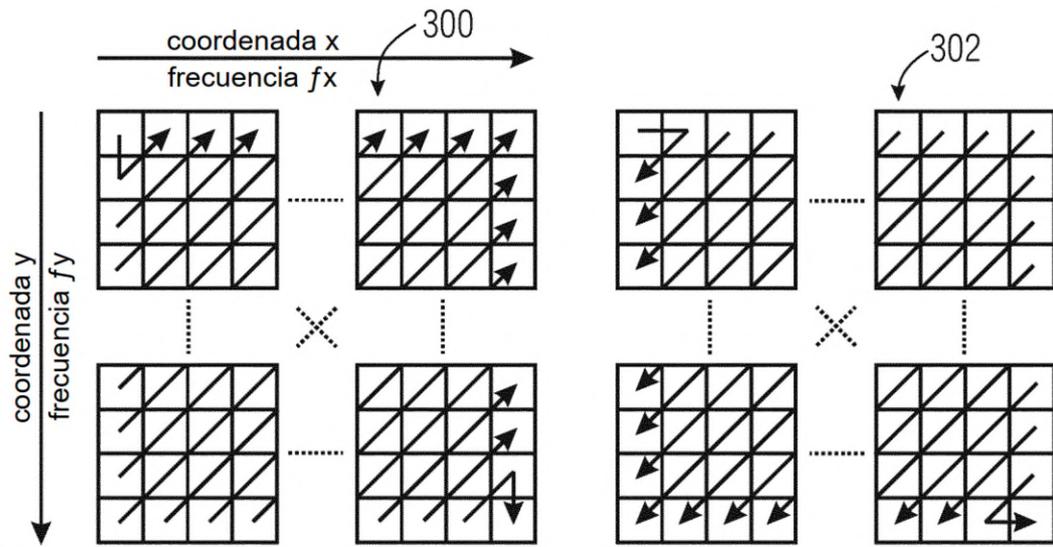


FIG 8

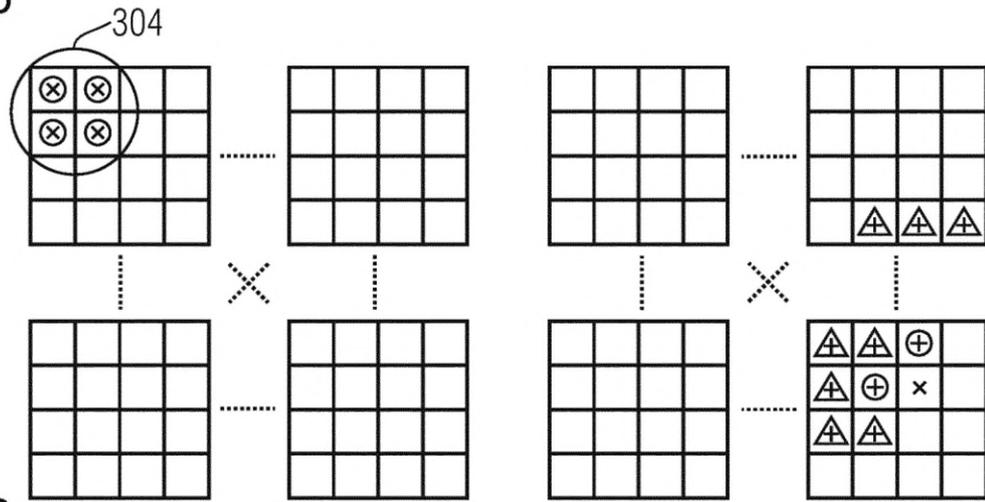


FIG 9

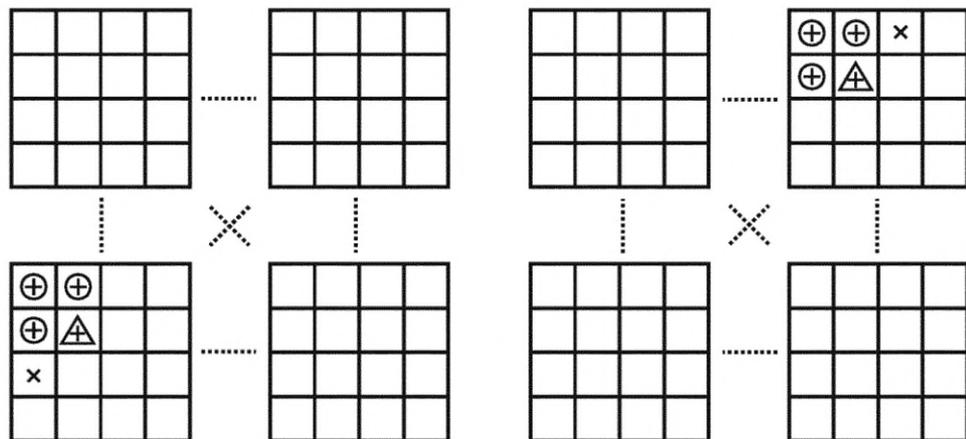


FIG 10

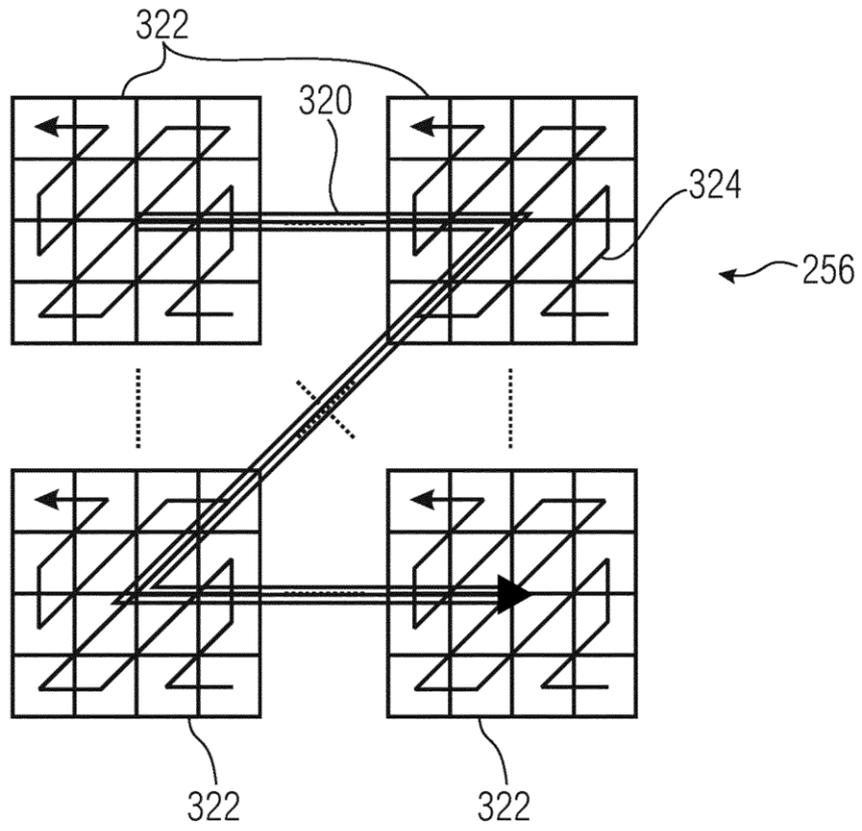


FIG 11