

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 301**

51 Int. Cl.:

H04N 19/70 (2014.01)

H04N 19/91 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2011** **E 13188796 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017** **EP 2693752**

54 Título: **Codificación de mapas significativos y bloques de coeficientes 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:
28.06.2017

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 2 620 301 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 significativos y bloques de coeficientes de transformada

- 5 La presente solicitud se dirige a la codificación de mapas significativos que indican posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro de bloques de coeficientes de transformada y la codificación de tales bloques de coeficientes de transformada. Tal codificación puede, por ejemplo, usarse en codificación de fotografía y video, por ejemplo.
- 10 En codificación de video convencional, las instantáneas de una secuencia de video normalmente se descomponen en bloques. Los bloques o los componentes de color de los bloques se predicen mediante predicción de movimiento compensado o intra predicción. Los bloques pueden tener diferentes tamaños y pueden ser cuadráticos o rectangulares. Como muestras de un bloque o un componente de color de un bloque se predicen usando el mismo conjunto de parámetros de predicción, tales como índices de referencia (identificando una instantánea de referencia
- 15 en el ya codificado conjunto de fotografías), parámetros de movimiento (especificando una medida para el movimiento de un bloque 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 mediante vectores de despeamiento con un componente horizontal y vertical o mediante parámetros de movimiento de orden más alto tales como parámetros de movimiento afines que consisten en 6 componentes. También es posible que
- 20 más de un conjunto de parámetros de predicción (tales como índices de referencia y parámetros de movimiento) se asocien con un único bloque. En ese caso, para cada conjunto de parámetros de predicción, 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 construye mediante la suma ponderada de las señales de predicción intermedias. Los parámetros de ponderación y potencialmente también una desviación constante (que se añade a la suma ponderada) pueden fijarse para una
- 25 fotografía o una instantánea de referencia o un conjunto de fotografías de referencia o pueden incluirse en el conjunto de parámetros de predicción para el bloque correspondiente. De manera similar, a menudo también se descomponen imágenes fijas en bloques y los bloques se predicen mediante un método de intra predicción (que puede ser un método de intra predicción espacial o un método de intra predicción simple que predice el componente DC del bloque). En un caso de esquina, la señal de predicción también puede ser cero.
- 30 La diferencia entre los bloques originales o los componentes de color de los bloques originales y las correspondientes señales de predicción, también denominadas como la señal residual, normalmente se transforma y cuantifica. Una transformada de dos dimensiones 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
- 35 bloques, para los que se ha usado un conjunto de parámetros de predicción particular, puede dividirse adicionalmente antes de aplicar la transformada. Los bloques de transformada pueden ser iguales a o más pequeños 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 fotografía de una secuencia de video pueden tener diferentes tamaños y los bloques de transformada pueden
- 40 representar bloques cuadráticos o rectangulares.
- Los coeficientes de transformada cuantificados resultantes, también denominados como niveles de coeficientes de transformada, se transmiten a continuación usando técnicas de codificación por entropía. Por lo tanto, un bloque de
- 45 niveles de coeficientes de transformada normalmente se mapea en un vector (es decir, un conjunto ordenado) de valores de coeficientes de transformada usando una exploración, donde diferentes exploraciones puede usarse para diferentes bloques. A menudo se usa una exploración en zigzag. Para bloques que contienen únicamente muestras de un campo de una trama entrelazada (estos bloques pueden ser bloques en campos codificados o bloques de campo en tramas codificadas), también es común usar una exploración diferente específicamente diseñada para bloques de campo. Un algoritmo de codificación por entropía comúnmente usado para codificar la secuencia de
- 50 coeficientes de transformada ordenada resultante es codificación a nivel de ejecución. Normalmente, 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 pueden representarse de forma eficiente mediante la codificación del número de niveles de coeficientes de transformada sucesivos que son iguales a cero (la ejecución). Para los coeficientes de transformada restantes (distintos de cero), se codifica el nivel real. Existen diversas alternativas de
- 55 códigos a nivel de ejecución. La ejecución antes de un coeficiente distinto de cero y el nivel del coeficiente de transformada distinto de cero pueden codificarse juntos usando un único símbolo o palabra de código. A menudo, se incluyen símbolos especiales para el final de bloque, que se envía después del último coeficiente de transformada distinto de cero. O es posible codificar primero el número de niveles de coeficientes de transformada significativos distintos de cero, y dependiendo de este número, se codifican los niveles y ejecuciones.
- 60 Un enfoque algo diferente se usa en la altamente eficiente codificación por entropía CABAC en H.264. En este punto, la codificación de niveles de coeficientes de transformada se divide en tres etapas. En la primera etapa, un elemento de sintaxis binario coded_block_flag se transmite 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 significativo valorado en binario, que especifica cuáles de los niveles de coeficientes de transformada tienen valores distintos de cero. Y a continuación, en un orden de exploración inverso, se codifican los valores de los niveles de coeficientes de transformada significativos distintos de cero. El mapa significativo 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 la *bin* `significant_coeff_flag` es igual a uno, es decir, si un nivel de coeficiente de transformada distinto de cero existe en esta posición de exploración, se codifica un elemento de sintaxis binario adicional `last_significant_coeff_flag`. Esta *bin* 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 significativo 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 se determinan mediante el mapa significativo. Los valores de niveles de coeficientes de transformada significativos se codifican en orden de exploración inverso 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 de uno. Si el elemento de sintaxis binario `coeff_abs_greater_one` indica que el valor absoluto es mayor de uno, se envía un elemento de sintaxis `coeff_abs_level_minus_one` adicional, que especifica el valor absoluto del nivel de coeficiente de transformada menos uno. Finalmente, se codifica el elemento de sintaxis binario `coeff_sign_flag`, que especifica el signo del valor de coeficiente de transformada, para cada nivel de coeficiente de transformada significativo. Se ha de observar de nuevo que los elementos de sintaxis que se relacionan con el mapa significativo se codifican en orden de exploración, mientras que los elementos de sintaxis que se relacionan con los valores reales de los niveles de coeficientes de transformada se codifican en orden de exploración inverso permitiendo el uso de modelos de contextos más adecuados.

En la codificación por entropía CABAC en H.264, todos los elementos de sintaxis para los niveles de coeficientes de transformada se codifican usando una modelización de probabilidad binaria. El elemento de sintaxis no binario `coeff_abs_level_minus_one` primero se binariza, es decir, se mapea en una secuencia de decisiones binarias (*bins*), y estas *bins* 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 *bin* codificada (incluyendo los elementos de sintaxis binarios) se asocia con un contexto. Un contexto representa un modelo probabilístico para una clase de *bins* codificadas. Una medida relacionada con la probabilidad para uno de los dos posibles valores de *bin* se estima para cada contexto basándose en los valores de las *bins* que ya se han codificado con el correspondiente contexto. Para varias *bins* relacionadas con la codificación de transformada, el contexto que se usa para codificar se selecciona basándose en elementos de sintaxis ya transmitidos o basándose en la posición dentro de un bloque.

El mapa significativo especifica información sobre la significancia (nivel de coeficiente de transformada es diferente de cero) para las posiciones de exploración. En la codificación por 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 el `last_significant_coeff_flag`, donde se usan diferentes contextos para el `significant_coeff_flag` y el `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, resultando en 16 modelos de contextos para el `significant_coeff_flag` y 16 modelos de contextos adicionales para el `last_significant_coeff_flag`. Este método de modelización de contexto para el `significant_coeff_flag` y el `last_significant_coeff_flag` tiene algunas desventajas para tamaños de bloque grandes. Por un lado, si cada posición de exploración se asocia con un modelo de contexto separado, el número de modelos de contextos aumenta significativamente cuando se codifican bloques mayores de 8x8. Un número aumentado de este tipo de modelos de contextos resulta en una adaptación lenta de las estimaciones de probabilidades y normalmente una inexactitud de las estimaciones de probabilidades, donde ambos aspectos tienen un impacto negativo en la eficiencia de la codificación. Por otra parte, la asignación de un modelo de contexto a un número de posiciones de exploración sucesivas (como se ha hecho para bloques de 8x8 en H.264) tampoco es óptima para tamaños de bloque más grandes, ya que los coeficientes de transformada distintos de cero normalmente se concentran en regiones particulares de un bloque de transformada (las regiones son dependientes de estructuras principales dentro de los correspondientes bloques de la señal residual).

Después de codificar el mapa significativo, 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 de 2), la modelización de contexto conmuta de nuevo al primer modelo de contexto del conjunto y usa este modelo de contexto hasta el final 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 mediante la siguiente ecuación, donde el índice actual de modelo de contexto C_{t+1} se selecciona basándose en el anterior índice de modelo de contexto C_t y el valor del anteriormente codificado elemento de sintaxis `coeff_abs_greater_one`, que se representa mediante bin_t en la ecuación. Para el primer elemento de sintaxis `coeff_abs_greater_one` dentro de un bloque, el índice de modelo de contexto se establece igual a $C_t = 1$.

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

El segundo elemento de sintaxis para codificar los niveles de coeficientes de transformada absolutos, `coeff_abs_level_minus_one` se codifica únicamente, 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 binariza en una secuencia de *bins* y para la primera *bin* de esta binarización; se selecciona un índice de modelo de contexto como se describe a continuación. Los restantes *bins* de la binarización se codifican con contextos fijos. El contexto para la primera *bin* de la binarización 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 contextos para la primera *bin* 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 primera *bin* adicional del elemento de sintaxis `coeff_abs_level_minus_one`, la modelización de contexto conmuta al siguiente modelo de contexto en el conjunto, donde el número de modelos de contextos en conjunto se limita a 5. La selección de modelo de contexto puede expresarse mediante la siguiente fórmula, donde el índice de modelo de contexto actual C_{t+1} se selecciona basándose en el anterior índice de modelo de contexto 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, se usan esos diferentes conjuntos de modelos de contextos 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` igual a 1 se ha codificado para los bloques) normalmente se hace demasiado pronto y el último modelo de contexto para `coeff_abs_level_minus_one` se alcanza demasiado rápido porque el número de coeficientes significativos es mayor que en bloques pequeños. Así pues, la mayoría de *bins* de `coeff_abs_greater_one` y `coeff_abs_level_minus_one` se codifican con un único modelo de contexto. Pero estas *bins* normalmente tienen diferentes probabilidades y por lo tanto el uso de un único modelo de contexto para un número grande de *bins* tiene un impacto negativo en la eficiencia de la codificación.

Aunque, en general, bloques grandes aumentan la sobrecarga computacional para realizar la transformada de descomposición espectral, la capacidad de codificar de forma efectiva tanto bloques pequeños como grandes habilitaría la consecución de mejor eficiencia de codificación en la codificación de matrices de muestras tales como fotografías o matrices de muestras que representan otras señales de información muestreadas espacialmente 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 dentro de bloques: cuanto más grandes son los bloques mayor es la resolución espectral de la transformada. En general, sería favorable poder aplicar localmente la transformada individual en una matriz de muestras de tal forma que dentro del área de una transformada individual de este tipo, la composición espectral de la matriz de muestras no varía en gran medida. Bloques demasiados pequeños garantizan que el contenido dentro de los bloques es relativamente consistente. Por otra parte, si los bloques son muy 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 habilite una codificación eficiente para bloques de coeficientes de transformada, incluso cuando son grandes y sus mapas significativos.

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 correspondiente bloque contiene coeficientes significativos, se codifica una imagen significativa como resultado de la transmisión de un símbolo de un bit (SIG) para cada coeficiente en una secuencia de exploración. - Si un correspondiente símbolo significativo es 'uno', se transmite entonces un símbolo de un bit (LAST) adicional para mostrar si un coeficiente significativo presente es un último coeficiente dentro de un bloque o si siguen coeficientes significativos adicionales. Posiciones de coeficientes de transformada significativos contenidos en un bloque se determinan y codifican para cada bloque en un primer

proceso de exploración, seguido por un segundo proceso de exploración llevada a cabo en orden inverso.

La referencia EP1768415 A1 describe codificación y decodificación de datos de vídeo con eficiencia de codificación mejorada. Después de transformar datos de píxeles en el dominio de frecuencia, únicamente un subconjunto predeterminado de coeficientes de transformada se explora y codifica. De esta manera, el conocimiento anterior sobre la ubicación de coeficientes de transformada de cero regular puede aprovecharse para reducir redundancias en los datos de vídeo codificados. Información sobre la ubicación de coeficientes de cero regular puede señalizarse explícitamente o implícitamente al decodificador. El decodificador decodifica el subconjunto de coeficientes de transformada, emplea la información señalizada sobre la ubicación de coeficientes de cero regular para exploración inversa de los coeficientes de transformada decodificados y transforma inversamente los coeficientes de transformada de vuelta en un bloque de píxeles.

La referencia US2003/128753A1 divulga un método de exploración óptimo para codificar/decodificar una señal de imagen. En un método de codificar una señal de imagen a través de una transformada de coseno discreta, al menos uno se selecciona entre una pluralidad de bloques de referencia. Se genera un orden de exploración en el que explorar bloques para codificar de los bloques de referencia y los bloques a codificar se exploran en el orden del orden de exploración generado. El al menos un bloque de referencia seleccionado es temporalmente o espacialmente adyacente al bloque a codificar. Cuando los bloques a codificar se exploran, se obtienen probabilidades de que se encuentren coeficientes distintos de cero del al menos un bloque de referencia seleccionado y el orden de exploración se determina en orden descendente comenzando desde la probabilidad más alta. En este punto, el orden de exploración se genera para ser un orden de exploración en zigzag si las probabilidades son idénticas. El método de exploración óptimo aumenta la eficiencia de compresión de señal.

La referencia GB2264605A describe cómo un explorador múltiple explora una señal de acuerdo con una pluralidad de diferentes patrones y un selector de patrones de exploración determina que patrón de exploración produce el resultado de codificación más eficiente, por ejemplo codificación de longitud de ejecución. La señal seleccionada se multiplexa con una señal que identifica el patrón de exploración seleccionado preferentemente después de codificación de longitud variable. Como se ha descrito, la señal es una señal de imagen que ha sufrido transformación de coseno discreta después de compensación de medios. Se divulgan ocho patrones diferentes de exploración o muestreo.

El artículo "Compression of Sparse Matrices by Arithmetic Coding" por Bell T. et al., PROCEEDINGS OF THE DATA COMPRESSION CONFERENCE (DCC '98), 30 de marzo de 1998, páginas 23-32, XP010276609, IEEE, Los Alamitos, CA, Estados Unidos, DOI: 10.1109/DCC.1998.672126, ISBN: 978-0-8186-8406-7, describe la compresión de matrices donde la mayoría de las entradas son una constante fija (más típicamente cero), normalmente denominados como matrices dispersas. Se evalúa el rendimiento de métodos existentes y se considera cómo la codificación aritmética puede aplicarse al problema de lograr una mejor compresión.

El artículo "Data Compression: The Complete Reference (passage)" por Salomon D. et al, 1998, Springer, Nueva York, NY, Estados Unidos, XP002270343, ISBN: 978-0-387-98280-9, páginas 69-84, describe diversos aspectos de la codificación aritmética.

El artículo "Context-based Arithmetic Coding Reexamined for DCT Video Compression" por Zhang L. et al., PROCEEDINGS OF THE 2007 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CIRCUITS AND SYSTEMS (ICASP 2007), 1 de mayo de 2007, páginas 3147-3150, XP031181972, IEEE, Piscataway, NJ, Estados Unidos, ISBN: 978-1-4244-0920-4, presenta una nueva técnica de modelización de contexto para codificación aritmética de coeficientes DCT en compresión de vídeo. Una característica clave de la nueva técnica es la inclusión de todas las magnitudes de coeficiente anteriormente codificadas en un bloque DCT en modelización de contexto. Esto habilita que la codificación aritmética adaptativa aproveche la redundancia de proceso de Markov de orden alto en el dominio DCT con unos pocos estados condicionantes. Además, se usa una técnica de ponderación de contexto para mejorar adicionalmente la eficiencia de la codificación. La complejidad del nuevo esquema de codificación aritmético es ligeramente inferior que la de Codificación Aritmética Binaria Adaptativa Basada en Contexto (CABAC) de H.264.

El artículo "An overview of the basic principles of the Q-Coder adaptive binary arithmetic coder" por Pennebaker W. B. et al., IBM JOURNAL OF RESEARCH AND DEVELOPMENT, Vol. 32, N.º 6, noviembre de 1988, páginas 717-726, XP000111384, IBM Corporation, Nueva York, NY, Estados Unidos, ISSN: 0018-8646, presenta el Q-Coder como una nueva forma de codificación aritmética binaria. La parte de codificación aritmética binaria de la técnica se deriva de conceptos básicos introducidos por Rissanen, Pasco y Langdon, pero extiende las convenciones de codificación para resolver un conflicto entre implementaciones de software y hardware óptimas. Además, se usa una forma robusta de estimación de probabilidad en la que la estimación de probabilidad se deriva solamente de las normalizaciones de nuevo de intervalo que son parte del proceso de codificación aritmética. Se presenta un breve tutorial de conceptos de codificación aritmética, seguido por una discusión de las estructuras de codificación de hardware y software óptimas y la estimación de probabilidades de símbolos de normalización de nuevo de intervalo.

El artículo "Context-based Arithmetic Encoding of 2D Shape Sequences" por Brady N. et al., PROCEEDINGS OF THE IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGE PROCESSING (ICIP 1997), Vol. 1, 26 de octubre de 1997, páginas 29-32, XP010254100, IEEE, Los Alamitos, CA, Estados Unidos, DOI: 10.1109/ICIP. 1997.647376, ISBN: 978-0-8186-8183-7, describe un nuevo método de codificación de forma en secuencias de video basadas en objetos. Codificación aritmética basada en contexto, como se usa en JBIG, se utiliza dentro de una estructura basada en bloques y adicionalmente extendida para hacer uso eficiente de predicción temporal.

El artículo "Context-based adaptive binary arithmetic coding in JVT/H.26L" por Marpe D. et al, PROCEEDINGS OF THE IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGE PROCESSING (ICIP 2002), Vol. 2, 22 de septiembre de 2002, páginas 513-516, XP010608021, IEEE, Los Alamitos, CA, Estados Unidos, ISBN: 978-0-7803-7622-9, describe CONTEXT-BASED ADAPTIVE BINARY ARITHMETIC CODING IN JVT/H.26L, presenta un nuevo esquema de codificación por entropía adaptativo para compresión de video. Utiliza una técnica de codificación aritmética adaptativa para hacer coincidir la entropía de primer orden de los símbolos codificados y para mantener seguimiento de estadísticas de símbolo no reglamentario. Además, las redundancias de símbolo restantes se aprovecharán por modelización de contexto para reducir adicionalmente la tasa de bits. Se presenta un novedoso enfoque para la codificación de coeficientes de transformada y un método de tabla de búsqueda para estimación de probabilidad y codificación aritmética. Este nuevo enfoque se ha integrado en el modelo de pruebas JVT (JM) actual para demostrar la ganancia de rendimiento y se adoptó como una parte del proyecto actual de JVT/H.26L.

Por lo tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar un esquema de codificación para codificar bloques de coeficientes de transformada, de modo que se aumenta la eficiencia de la codificación.

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

De acuerdo con un aspecto de la presente solicitud, la solicitud se basa en el hallazgo de que la eficiencia de la codificación para codificar un bloque de coeficientes de transformada puede incrementarse cuando un mapa significativo que indica posiciones de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada precede la codificación de los valores reales de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada y si el orden de exploración predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada usado para asociar secuencialmente la secuencia de valores de los coeficientes de transformada significativos con las posiciones de los coeficientes de transformada significativos explora el bloque de coeficientes de transformada en sub-bloques usando un orden de exploración de sub-bloques entre los sub-bloques con, complementaria, exploración de posiciones de los coeficientes de transformada de los sub-bloques en un orden de exploración de coeficientes, y si un conjunto seleccionado de un número de contextos de una pluralidad de conjuntos de un número de contexto se usa para decodificación por entropía adaptada al contexto secuencialmente los valores de los valores de coeficientes de transformada significativos, la selección del conjunto seleccionado dependiendo de los valores de los coeficientes de transformada dentro de un sub-bloque del bloque de coeficientes de transformada que ya se ha atravesado en el orden de exploración de sub-bloques o la selección dependiendo de los valores de los coeficientes de transformada de un sub-bloque co-ubicado en un bloque de coeficientes de transformada anteriormente decodificado. De este modo la adaptación de contexto es muy adecuada para la propiedad esbozada anteriormente de coeficientes de transformada significativos que se agrupan en ciertas áreas dentro de un bloque de coeficientes de transformada, especialmente cuando se consideran grandes bloques de coeficientes de transformada. En otras palabras, los valores pueden explorarse en sub-bloques y contextos seleccionados basándose en estadísticas de sub-bloques.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente solicitud, una idea subyacente de la presente solicitud es que una eficiencia de codificación más alta para codificar un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro de un bloque de coeficientes de transformada puede lograrse si el orden de exploración por el que los elementos de sintaxis secuencialmente extraídos que indican, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada, en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo, se asocian secuencialmente a las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada depende de las posiciones de los coeficientes de transformada significativos indicadas mediante elementos de sintaxis anteriormente asociados. En particular, los inventores descubrieron que en contenido típico de matriz de muestras tales como fotografía, video o contenido de mapas de profundidad, los coeficientes de transformada significativos en su mayoría de grupos en un cierto lado del bloque de coeficientes de transformada correspondiendo a frecuencias distintas de cero en la vertical y frecuencias bajas en la dirección horizontal o viceversa de modo que teniendo en cuenta las posiciones de coeficientes de transformada significativos indicadas mediante elementos de sintaxis anteriormente asociados habilita controlar la causa adicional de la exploración de tal forma que la probabilidad de lograr antes el último coeficiente de transformada significativo dentro del bloque de coeficientes de transformada se aumenta con relación a un procedimiento de acuerdo con el cual se predetermina el orden de exploración independiente de las posiciones de los coeficientes de transformada significativos indicadas mediante elementos de sintaxis anteriormente asociados hasta ahora. Esto es particularmente cierto para bloques más grandes, aunque lo que se acaba de decir también es cierto para bloques pequeños.

De acuerdo con una realización de la presente solicitud, el decodificador por entropía se configura para extraer del flujo de datos información que habilite reconocer en cuanto a si un coeficiente de transformada significativo indicada en la actualidad mediante un elemento de sintaxis asociado en la actualidad es el último coeficiente de transformada significativo independiente de su posición exacta dentro del bloque de coeficientes de transformada en el que el decodificador por entropía se configura para no esperar elementos de sintaxis adicionales en caso de elemento de sintaxis actual con relación a tal último coeficiente de transformada significativo. Esta información puede comprender el número de coeficientes de transformada significativos con el bloque. Como alternativa, segundos elementos de sintaxis se entrelazan con los primeros elementos de sintaxis, indicando los segundos elementos de sintaxis, para posiciones asociadas en las que se sitúa un coeficiente de transformada significativo, en cuanto a si el mismo es el último coeficiente de transformada en el bloque de coeficientes de transformada o no.

De acuerdo con una realización, el asociador adapta el orden de exploración dependiendo de las posiciones de los coeficientes de transformada significativos indicadas hasta ahora meramente en posiciones predefinidas dentro del bloque de coeficientes de transformada. Por ejemplo, varias sub-trayectorias que atraviesan sub-conjuntos mutuamente disjuntos de posiciones dentro del bloque de coeficientes de transformada se extienden sustancialmente diagonalmente desde un par de lados del bloque de coeficientes de transformada correspondiente a la frecuencia mínima a lo largo de una primera dirección y la frecuencia más alta a lo largo de otra dirección, respectivamente, un par opuesto de lados del bloque de coeficientes de transformada correspondientes a la frecuencia cero a lo largo de una segunda dirección y máxima frecuencia a lo largo de una primera dirección, respectivamente. En este caso el asociador se configura para seleccionar el orden de exploración de tal forma que las sub-trayectorias se atraviesan en un orden entre las sub-trayectorias donde la distancia de las sub-trayectorias a la posición DC dentro del bloque de coeficientes de transformada aumenta uniformemente, cada sub-trayectoria se atraviesa sin interrupción a lo largo de la dirección de ejecución y para cada sub-trayectoria se selecciona la dirección a lo largo de la que la sub-trayectoria se atraviesa mediante el asociador dependiendo de las posiciones de los coeficientes de transformada significativos que han sido atravesados durante las sub-trayectorias anteriores. Mediante esta medida, se aumenta la probabilidad de que la última sub-trayectoria, se sitúa donde el último coeficiente de transformada significativo, se atraviesa en una dirección de modo que es más probable que el último coeficiente de transformada significativo se sitúe dentro de la primera mitad de esta última sub-trayectoria que dentro de la segunda mitad de la misma, de este modo habilitando la reducción del número de elementos de sintaxis que indican en cuanto a si en una respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo. El efecto es especialmente valioso en caso de bloques de coeficientes de transformada grandes.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente solicitud, la presente solicitud se basa en el hallazgo de que un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro de un bloque de coeficientes de transformada puede codificarse más eficientemente si los anteriormente mencionados elementos de sintaxis que indican, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo, se decodifican por entropía adaptados al contexto usando contextos que se seleccionan individualmente para cada uno de los elementos de sintaxis dependientes de un número de coeficientes de transformada significativos en una vecindad del respectivo elemento de sintaxis, indicado como que es significativo por cualquiera de los anteriores elementos de sintaxis. En particular, los inventores descubrieron que aumentando el tamaño de los bloques de coeficientes de transformada, los coeficientes de transformada significativos se agrupan de alguna forma en ciertas áreas dentro del bloque de coeficientes 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 el orden de exploración predeterminados hasta ahora pero también tiene en cuenta la vecindad de los coeficientes de transformada significativos resulta en una mejor adaptación del contexto y por lo tanto aumenta la eficiencia de la codificación de la codificación por entropía.

Por supuesto, los aspectos esbozados anteriormente pueden combinarse de una manera favorable.

Realizaciones preferidas de la presente solicitud se describen a continuación con respecto a las Figuras entre las que

- la Figura 1 muestra un diagrama de bloques de un codificador de acuerdo con una realización;
- la Figura 2a-c muestran esquemáticamente diferentes sub-divisiones de una matriz de muestras tal como una fotografía en bloques.
- 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;

- la Figura 5 muestra un diagrama de bloques de un decodificador de acuerdo con una realización de la presente solicitud en más detalle;
- 5 la Figura 6 ilustra esquemáticamente una transformada de un bloque desde dominio espacial a dominio espectral;
- la Figura 7 muestra un diagrama de bloques de un aparato para decodificar el mapa significativo y los coeficientes de transformada significativos de un bloque de coeficientes de transformada de acuerdo con una realización;
- 10 la Figura 8 ilustra esquemáticamente una sub-división de un orden de exploración en sub-trayectorias y sus diferentes direcciones transversales;
- la Figura 9 ilustra esquemáticamente definiciones de vecindad para ciertas posiciones de exploración dentro de un bloque de transformada de acuerdo con una realización;
- 15 la Figura 10 ilustra esquemáticamente posibles definiciones de vecindad para algunas posiciones de exploración dentro de bloques de transformada que se sitúan en el borde de un bloque de transformada;
- 20 la Figura 11 muestra una posible exploración de bloques de transformada de acuerdo con una realización de la presente solicitud.

25 Se observa que durante la descripción de las Figuras, elementos que se encuentran 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 se refiere a la funcionalidad para evitar repeticiones innecesarias. No obstante, las funcionalidades y descripciones proporcionadas con respecto a una figura también se aplicarán a otras Figuras a no ser que se indique expresamente lo contrario.

30 La Figura 1 muestra un ejemplo para un codificador 10 en el que pueden implementarse 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 muestreada espacialmente. Por ejemplo, la matriz de muestras 20 puede ser una fotografía fija o una fotografía de un video. Por consiguiente, las muestras de información pueden corresponder a valores de brillo, valores de color, valores de luminancia, valores cromáticos o similares. Sin embargo, las muestras de información también pueden ser valores de profundidad en caso de que la matriz de muestras 20 sea un mapa de profundidad generado mediante, por ejemplo, un tiempo de detector de luz o similares.

40 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 necesariamente significa que el codificador 10 codifica estos bloques 40 totalmente independientes entre sí. En su lugar, el codificador 10 puede usar reconstrucciones de bloques anteriormente codificados para extrapolar o intra predecir los bloques restantes y puede usar la granularidad de los bloques para establecer parámetros de codificación, es decir para establecer la manera en que se codifica cada región de matriz de muestras correspondiente a un respectivo bloque.

Además, el codificador 10 es un codificador de transformada. Esto es, el codificador 10 codifica bloques 40 usando una transformada para transferir las muestras de información dentro de cada bloque 40 desde dominio espacial a dominio espectral. Puede usarse una transformada de dos dimensiones tal como una DCT de FFT o similares. Preferentemente, los bloques 40 tienen forma cuadrática o forma rectangular.

50 La sub-división de la matriz de muestras 20 en bloques 40 mostrados en la Figura 1 sirve meramente para propósitos de ilustración. La Figura 1 muestra la matriz de muestras 20 como se sub-divide en una disposición de dos dimensiones regular de bloques cuadráticos o rectangulares 40 que se empalman entre sí de 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 bloques 40 dentro del flujo de datos 30 al lado de decodificación. Por ejemplo, el decodificador puede esperar el tamaño de bloque predeterminado.

60 Sin embargo, son posibles varias alternativas. Por ejemplo, los bloques pueden solaparse entre sí. El solapamiento puede, sin embargo, restringirse hasta tal punto que cada bloque tiene una porción no solapada por ningún bloque vecino o de tal forma que cada muestra de los bloques se solapa por, en el máximo, un bloque entre los bloques vecinos dispuestos en yuxtaposición al bloque actual a lo largo de una dirección predeterminada. Eso más tarde podría significar que los bloques vecinos a derecha o izquierda pueden solapar el bloque actual para cubrir completamente el bloque actual pero no pueden solaparse entre sí y lo mismo se aplica para vecinos en dirección

vertical y diagonal.

Como una alternativa adicional, el codificador 10 puede adaptar la sub-división de matriz de muestras 20 en bloques 40 al contenido de la matriz de muestras 20 estando la información de sub-división en la sub-división usada transferida al lado de decodificador a través de flujo de bits 30.

Las Figuras 2a a 2c muestran diferentes ejemplos para una sub-división de una matriz de muestras 20 en bloques 40. La Figura 2a muestra una sub-división de árbol cuádruple de una matriz de muestras 20 en bloques 40 de diferentes tamaños, estando los bloques representativos indicados en 40a, 40b, 40c y 40d con tamaño en aumento. De acuerdo con la sub-división de la Figura 2a, la matriz de muestras 20 se divide primero en una disposición de dos dimensiones regular de bloques de árbol 40d que, a su vez, tiene información de sub-división individual asociada con la misma de acuerdo con la que un cierto bloque de árbol 40d puede sub-dividirse o no adicionalmente de acuerdo con una estructura de árbol cuádruple. El bloque de árbol a la izquierda del bloque 40d se subdivide ilustrativamente en bloques más pequeños de acuerdo con una estructura de árbol cuádruple. El codificador 10 puede realizar una transformada de dos dimensiones 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 sub-división de árbol cuádruple puede usarse una sub-división basada en múltiples árboles más general y el número de nodos secundarios por nivel jerárquico puede diferir entre diferentes niveles jerárquicos.

La Figura 2b muestra otro ejemplo para una sub-división. De acuerdo con la Figura 2b, la matriz de muestras 20 se divide primero en macrobloques 40b dispuestos en una disposición de dos dimensiones regular en una manera de empalme mutuamente no solapante en el que cada macrobloque 40b ha asociado con el mismo información de sub-división de acuerdo con la que un macrobloque no se sub-divide o, si se sub-divide, se sub-divide en una manera de dos dimensiones regular en sub-bloques de igual tamaño para lograr diferentes granularidades de sub-división para diferentes macrobloques. El resultado es una sub-división de la matriz de muestras 20 en bloques 40 de diferentes tamaños estando los representantes de los diferentes tamaños indicados en 40a, 40b y 40a'. Como en la Figura 2a, el codificador 10 realiza una transformada de dos dimensiones en cada uno de los bloques mostrados en la Figura 2b con las líneas continuas y discontinuas. La Figura 2c se analizará más adelante.

La Figura 3 muestra un decodificador 50 que es capaz de 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 coeficientes de transformada para cada uno de los bloques 40 y reconstruye la versión reconstruida 60 realizando una transformada inversa en cada uno de los bloques de coeficientes de transformada.

El codificador 10 y decodificador 50 puede configurarse para realizar codificación/decodificación por entropía para insertar la información en los bloques de coeficientes de transformada en y extraer esta información del flujo de datos, respectivamente. Detalles en este sentido se describen más adelante. Debería observarse que el flujo de datos 30 no comprende necesariamente información en bloques de coeficientes de transformada para todos los bloques 40 de la matriz de muestras 20. En su lugar, como el sub-conjunto 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 coeficientes de transformada para un cierto bloque de bloques 40 con la introducción en el flujo de bits 30 de parámetros de codificación alternativos en su lugar que habilita que el decodificador 50 prediga o de otra manera llene el respectivo bloque en la versión reconstruida 60. Por ejemplo, el codificador 10 puede realizar un análisis de textura para localizar bloques dentro de matriz de muestras 20 que puede llenarse en el lado de decodificador por el decodificador por medio de síntesis de texturas e indicar esto dentro del flujo de bits en consecuencia.

Como se ha analizado en las siguientes Figuras, los bloques de coeficientes de transformada no representan necesariamente una representación de 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 coeficientes 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 fase de transformada 100, un codificador por entropía 102, una fase de transformada inversa 104, un predictor 106 y un restador 108 así como un sumador 110. El restador 108, fase de transformada 100 y codificador por entropía 102 se conectan en serie en el orden mencionado entre una entrada 112 y una salida 114 del codificador de la Figura 4. La fase de transformada inversa 104, sumador 110 y predictor 106 se conectan en el orden mencionado entre la salida de la fase de transformada 100 y la entrada inversora del restador 108, estando la salida del predictor 106 también conectada a una entrada adicional del sumador 110.

El codificador de la Figura 4 es un codificador de bloques basando en transformada predictiva. Es decir, los bloques de una matriz de muestras 20 que entran en entrada 112 se predicen desde porciones anteriormente codificadas y reconstruidas de la misma matriz de muestras 20 u otras matrices de muestras anteriormente codificadas y reconstruidas que pueden preceder o suceder a la matriz de muestras 20 actual en tiempo. El predictor 106 realiza

la predicción. El restador 108 resta la predicción de un bloque original de este tipo y la fase de transformada 100 realiza una transformación de dos dimensiones en los residuales de predicción. La propia transformación de dos dimensiones o una medida posterior dentro de la fase de transformada 100 puede conducir a una cuantificación de los coeficientes de transformada dentro de los bloques de coeficientes de transformada. Los bloques de coeficientes de transformada cuantificados se codifican sin pérdidas mediante, por ejemplo, codificación por entropía dentro de codificador por entropía 102 siendo el flujo de datos resultante sacado en la salida 114. La fase de transformada inversa 104 reconstruye el residual cuantificado y el sumador 110, a su vez, combina el residual reconstruido con la correspondiente predicción para obtener muestras de información reconstruidas basándose en que el predictor 106 puede predecir los bloques de predicción codificados en la actualidad anteriormente mencionados. El predictor 106 puede usar diferentes modelos de predicción tales como modos de intra predicciones y modos de inter predicciones para predecir los bloques y los parámetros de predicción se reenvían al codificador por entropía 102 para inserción en el flujo de datos.

Es decir, de acuerdo con la realización de la Figura 4, los bloques de coeficientes de transformada representan una representación espectral de un residual de la matriz de muestras en lugar de muestras de información actuales del mismo.

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

La Figura 5 muestra un decodificador capaz de decodificar un flujo de datos generado por el codificador de la Figura 4. El decodificador de la Figura 5 comprende un codificador por entropía 150, una fase de transformada inversa 152, un sumador 154 y un predictor 156. El decodificador por entropía 150, fase de transformada inversa 152 y sumador 154 se conectan en serie entre una entrada 158 y una salida 160 del decodificador de la Figura 5 en el orden mencionado. Una salida adicional de decodificador por entropía 150 se conecta al predictor 156 que, a su vez, se conecta entre la salida de sumador 154 y una entrada adicional del mismo. El decodificador por entropía 150 extrae, del flujo de datos que entran al decodificador de la Figura 5 en entrada 158, los bloques de coeficientes de transformada en el que se aplica una transformada inversa a los bloques de coeficientes de transformada en fase 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 salida 160. Basándose en la versión reconstruida, el predictor 156 genera las predicciones reconstruyendo de este modo las predicciones realizadas por el predictor 106 en el lado de codificador. Para obtener las mismas predicciones que las usadas en el lado de codificador, el predictor 156 usa los parámetros de predicción que el decodificador por entropía 150 también obtiene del flujo de datos en entrada 158.

Debería observarse que en las realizaciones anteriormente descritas, la granularidad espacial a la que se realiza la predicción y la transformación del residual, no tienen que ser iguales entre sí. Esto se muestra en la Figura 2C. Esta figura muestra una sub-división 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 independientes entre sí. 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 propio de un bloque de predicción. Esto se muestra en la Figura 2a y la Figura 2b, por ejemplo, donde de nuevo la granularidad de predicción se muestra con líneas continuas y la granularidad residual con líneas discontinuas. Esto, en las Figuras 2a-2c, todos los bloques que tienen un signo de referencia asociado con el mismo serían bloques residuales para los que se realizaría una transformada de dos dimensiones mientras los bloques de líneas continuas más grandes que engloban los bloques de líneas discontinuas 40a, por ejemplo, serían bloques de para los cuales se realiza un establecimiento de parámetro de predicción individualmente.

Las realizaciones anteriores tienen en común que un bloque de muestras (residuales u originales) se debe transformar en el lado de codificador en un bloque de coeficientes de transformada que, a su vez, se debe transformar inversamente en un bloque reconstruido de muestras en el lado de codificador. 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 ilustrativamente cuadrático y con tamaño de muestras 202 de 4x4. Las muestras 202 se disponen regularmente a lo largo de una dirección horizontal x y dirección vertical y. Mediante la anteriormente mencionada transformada de dos dimensiones T, el bloque 200 se transforma en dominio espectral, a saber 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 208 como muestras tiene el bloque 200, tanto en dirección horizontal como dirección vertical. Sin embargo, como la transformada T es una transformación espectral, las posiciones de los coeficientes de transformada 206 dentro de bloque de transformada 204 no corresponden a posiciones espaciales sino a componentes espectrales del contenido de bloque 200. En particular, el eje horizontal

de bloque de transformada 204 corresponde a un eje a lo largo del que la frecuencia espectral en la dirección horizontal aumenta uniformemente mientras el eje vertical corresponde a un eje a lo largo del que la frecuencia espacial en la dirección vertical aumenta uniformemente en el que el coeficiente de transformada de componente DC se posiciona en una esquina - en este punto ilustrativamente la esquina superior izquierda - del bloque 204 de modo que en la esquina inferior de la derecha, se posiciona el coeficiente de transformada 206 correspondiente a la frecuencia más alta tanto en la dirección horizontal como dirección vertical. Obviando la dirección espacial, la frecuencia espacial a la que pertenece un cierto coeficiente de transformada 206, generalmente aumenta desde la esquina superior izquierda a la esquina inferior de la derecha. Mediante una transformada inversa T^{-1} , el bloque de transformada 204 se transfiere de nuevo desde el dominio espectral a dominio espacial, para obtener de nuevo una copia 208 de bloque 200. En el caso que no se haya introducido cuantificación/pérdida durante la transformación, la reconstrucción sería perfecta.

Como ya se ha observado anteriormente, puede verse de la Figura 6 que tamaños de bloque más grandes de bloque 200 aumenta la resolución espectral de la representación espectral resultante 204. Por otra parte, el ruido de cuantificación tiende a propagarse por el bloque 208 entero y por lo tanto, objetos abruptos y muy localizados dentro de bloques 200 tienden a conducir a desviaciones del bloque transformado de nuevo con relación al bloque original 200 debido a ruido de cuantificación. La principal ventaja de usar bloques más grandes es, sin embargo, que la relación entre el número de significancia, es decir coeficientes de transformada (cuantificados) distintos de cero por una parte y el número de coeficientes de transformada insignificativos por otra parte puede disminuirse dentro de bloques más grandes comparado con bloques más pequeños de este modo habilitando una mejor eficiencia de codificación. En otras palabras, frecuentemente, los coeficientes de transformada significativos, es decir los coeficientes de transformada no cuantificados a cero, se distribuyen de forma dispersa por el bloque de transformada 204. Debido a esto, de acuerdo con las realizaciones descritas en más detalle a continuación, las posiciones de los coeficientes de transformada significativos se señalizan dentro del flujo de datos por medio de un mapa significativo. Separadamente de los mismos, los valores del coeficiente de transformada significativo, es decir, los niveles de coeficientes de transformada en el caso de que los coeficientes de transformada se cuantifiquen, se transmiten dentro del flujo de datos.

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

El aparato de la Figura 7 comprende un decodificador por entropía de mapa/coeficiente 250 y un asociador 252. El decodificador por entropía de mapa/coeficiente 250 se conecta a una entrada 254 en la que entran elementos de sintaxis representando el mapa significativo 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 significativo por una parte y los valores de coeficientes de transformada significativos por otra parte entran al decodificador por entropía de mapa/coeficiente 250. Los elementos de sintaxis de mapa significativo pueden preceder los niveles correspondientes o ambos pueden entrelazarse. Sin embargo, preliminarmente se asume que los elementos de sintaxis que representan el mapa significativo preceden los valores (niveles) de los coeficientes de transformada significativos de modo que el decodificador por entropía de mapa/coeficiente 250 decodifica primero el mapa significativo y a continuación los niveles de coeficientes de transformada de los coeficientes de transformada significativos.

Como el decodificador por entropía de mapa/coeficiente 250 decodifica secuencialmente los elementos de sintaxis que representan el mapa significativo y los valores de coeficientes de transformada significativos, el asociador 252 se configura para asociar estos elementos de sintaxis/valores decodificados secuencialmente a las posiciones dentro del 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 significativo y niveles de los coeficientes de transformada significativos a las posiciones del bloque de transformada 256 sigue un orden de exploración de una dimensión entre las posiciones del bloque de transformada 256 que es idéntico al orden usando en el lado de codificación para introducir estos elementos en el flujo de datos. Como también se esbozará en más detalle a continuación, el orden de exploración para los elementos de sintaxis de mapa significativo puede ser igual o no al orden usado para los valores de coeficientes significativos.

El decodificador por entropía de mapa/coeficiente 250 puede acceder a la información en el bloque de transformada 256 disponible hasta ahora, como generado por el asociador 252 hasta un elemento de sintaxis/nivel a decodificar en la actualidad, para establecer contexto de estimación de probabilidad para decodificación por entropía del elemento de sintaxis/nivel en la actualidad a decodificar como se indica mediante una línea discontinua 258. Por ejemplo, el asociador 252 puede registrar la información recopilada hasta ahora desde los elementos de sintaxis secuencialmente asociados tales como los propios niveles o la información en cuanto a si se sitúa o no en la respectiva posición un coeficiente de transformada significativo o en cuanto a si no se conoce nada sobre la

respectiva posición del bloque de transformada 256 en el que el decodificador por entropía de mapa/coeficiente 250 accede a esta memoria. La memoria recién mencionada no se muestra en la Figura 7 pero la señal de referencia 256 también puede indicar esta memoria como la memoria o memoria intermedia de registro sería para almacenar la información preliminar obtenida por el 252 y decodificador por entropía 250 hasta ahora. Por consiguiente, la Figura 7 ilustra mediante cruces posiciones de coeficientes de transformada significativos obtenidas desde los elementos de sintaxis anteriormente decodificados que representan el mapa significativo y un "1" indicará 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 significativo precediendo 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 el mapa significativo completo) antes de entrar el "1" tras decodificar el respectivo valor.

La siguiente descripción se concentra en realizaciones específicas para codificar los bloques de coeficientes de transformada o el mapa significativo, cuyas realizaciones con fácilmente transferibles a las realizaciones descritas anteriormente. En estas realizaciones, un elemento de sintaxis binario `coded_block_flag` puede transmitirse para cada bloque de transformada, que señala si el bloque de transformada contiene cualquier 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 significativo se codifica, es decir meramente entonces. El mapa significativo específica, como se ha indicado anteriormente, cuál de los niveles de coeficientes de transformada tienen valores distintos de cero. La codificación de mapa significativo implica una codificación de elementos de sintaxis binarios `significant_coeff_flag` cada uno especificando para una posición de coeficiente respectivamente asociada si el correspondiente nivel de coeficiente de transformada no es igual a cero. La codificación se realiza en un cierto orden de exploración que puede cambiar durante la codificación de mapa significativo dependiendo de las posiciones de coeficientes significativos identificados como significativos hasta ahora, como se describirá en más detalle a continuación. Además, la codificación de mapa significativo implica una codificación de elementos de sintaxis binarios `last_significant_coeff_flag` intercalada con la secuencia de `significant_coeff_flag` en las posiciones de la misma, donde `significant_coeff_flag` señala un coeficiente significativo. Si la `bin` `significant_coeff_flag` es igual a uno, es decir, si un nivel de coeficiente de transformada distinto de cero existe en esta posición de exploración, se codifica el elemento de sintaxis binario adicional `last_significant_coeff_flag`. Esta `bin` 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 significativo para el bloque. Como alternativa, el número de posiciones de coeficiente significativo podría señalizarse dentro del flujo de datos antes de la codificación de la secuencia de `significant_coeff_flag`. En la siguiente etapa, los valores de los niveles de coeficientes de transformada significativos se codifican. Como se ha descrito anteriormente, como alternativa, la transmisión de los niveles podría entrelazarse con la transmisión del mapa significativo. 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 de uno. Si el elemento de sintaxis binario `coeff_abs_greater_one` indica que el valor absoluto es mayor de 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 habilitan la reducción adicional de la tasa de bits y por lo tanto aumenta la eficiencia de la codificación. Para hacer esto, estas realizaciones usan un enfoque específico para modelización de contexto para elementos de sintaxis en relación a 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 significativo (especificando las ubicaciones de niveles de coeficientes de transformada significativos distintos de cero). En cuanto al significado de los elementos de sintaxis que se deben mencionar, 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 significativo, se mejora mediante una exploración adaptativa y una nueva modelización de contexto basándose en una vecindad definida de posiciones de exploración ya codificadas. Estos nuevos conceptos resultan en una codificación de mapas significativos más eficiente (es decir, una reducción de la correspondiente tasa de bits), en particular para tamaños de bloque grandes.

Un aspecto de las realizaciones esbozadas a continuación es que el orden de exploración (es decir, el mapeado de un bloque de valores de coeficientes de transformada en un conjunto ordenado (vector) de niveles de coeficientes de transformada) se adapta durante la codificación/decodificación de un mapa significativo basándose en los valores de

los elementos de sintaxis ya codificados/decodificados para el mapa significativo.

En una realización preferida, el orden de exploración se conmuta adaptativamente 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 adaptativamente 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 más pequeño de elementos de sintaxis codificados. Como un ejemplo intuitivo y haciendo referencia a la Figura 6, es frecuente el caso en que valores de coeficientes de transformada significativos - en particular para grandes bloques de transformada - se concentran en uno de los bordes de bloque 270, 272, porque los bloques residuales contienen principalmente estructuras horizontales o verticales. Con la principalmente usada exploración en zigzag 274, existe una probabilidad de aproximadamente 0,5 de que la última sub-exploración diagonal de la exploración en zigzag en el que se encuentra el último coeficiente significativo se inicie desde el lado en el que no se concentran los coeficientes significativos. En ese caso, tiene que 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 lado donde se concentran los niveles de coeficientes de transformada significativos.

A continuación se describen más detalles para una realización preferida de la invención.

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

En una realización preferida, un bloque de transformada grande (por ejemplo, mayor de 8x8) se divide en un número de rectangular sub-bloques (por ejemplo, en 16 sub-bloques) y cada uno de estos sub-bloques se asocia con un modelo de contexto separado para codificar el `significant_coeff_flag` y `last_significant_coeff_flag` (donde se usan diferentes modelos de contextos para los `significant_coeff_flag` y `last_significant_coeff_flag`). La división en sub-bloques puede ser diferente para los `significant_coeff_flag` y `last_significant_coeff_flag`. El mismo modelo de contexto pueden usarse para todas las posiciones de exploración que se ubican en un sub-bloque particular.

En una realización preferida adicional, un bloque de transformada grande (por ejemplo, mayor de 8x8) puede dividirse en un número de sub-regiones rectangulares y/o no rectangulares y cada una de estas sub-regiones se asocia con un modelo de contexto separado para codificar el `significant_coeff_flag` y/o el `last_significant_coeff_flag`. La división en sub-regiones puede ser diferente para los `significant_coeff_flag` y `last_significant_coeff_flag`. El mismo modelo de contexto se usa para todas las posiciones de exploración que se ubican en una sub-región particular.

En una realización preferida adicional, el modelo de contexto para codificar el `significant_coeff_flag` y/o el `last_significant_coeff_flag` se selecciona basándose en los símbolos ya codificados en una vecindad espacial predefinida de la posición de exploración actual. La vecindad 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 vecindad espacial predefinida de la posición de exploración actual, donde únicamente se cuentan indicaciones significativas codificadas.

A continuación se describen más detalles para una realización preferida de la invención.

Como se ha mencionado anteriormente, para tamaños de bloque grandes, la modelización de contexto convencional codifica un gran número de *bins* (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 este inconveniente para tamaños de bloque grandes, los bloques grandes, de acuerdo con una realización, pueden dividirse en pequeños sub-bloques cuadráticos o rectangulares de un tamaño particular y se aplica una modelización de contexto separada para cada sub-bloque. Además, pueden usarse múltiples conjuntos de modelos de contextos, donde uno de estos conjuntos de modelos de contexto se selecciona para cada sub-bloque basándose en un

análisis de las estadísticas de sub-bloques anteriormente codificados. En una invención de realización preferida, se usa el número de coeficientes de transformada mayor de 2 (es decir, $\text{coeff_abs_level_minus_1} > 1$) en el sub-bloque anteriormente codificado del mismo bloque para derivar el conjunto de modelos de contexto para el sub-bloque actual. Estas mejoras para modelización de contexto de los elementos de sintaxis $\text{coeff_abs_greater_one}$ y $\text{coeff_abs_level_minus_one}$ resultan en una codificación más eficiente de ambos elementos de sintaxis, en particular para tamaños de bloque grandes. En una realización preferida, el tamaño de bloque de un sub-bloque es de 2×2 . En otra realización preferida, el tamaño de bloque de un sub-bloque es de 4×4 .

En una primera etapa, un bloque mayor de un tamaño predefinido puede dividirse en sub-bloques 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 sub-bloques en un conjunto ordenado (vector) de sub-bloques usando una exploración, donde diferentes exploraciones pueden usarse para diferentes bloques. En una realización preferida, los sub-bloques se procesan usando una exploración en zigzag; los niveles de coeficientes de transformada dentro de un sub-bloque se procesan en una exploración en zigzag inversa, es decir una exploración que 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 en zigzag invertida para codificar los sub-bloques y para codificar los niveles de coeficientes de transformada dentro de los sub-bloques. En otra realización preferida de la invención, la misma exploración adaptativa que se usa para codificar el mapa significativo (véase anteriormente) se usa para procesar el bloque de niveles de coeficientes de transformada completo.

La división de un bloque de transformada grande en sub-bloques evita el problema de usar solo un modelo de contexto para la mayoría de las *bins* de un bloque de transformada grande. Dentro de los sub-bloques, puede usarse la modelización de contexto del estado de la técnica (como se especifica en H.264) o un contexto fijo, dependiendo del tamaño real de los sub-bloques. Adicionalmente, las estadísticas (en términos de modelización de probabilidad) para tales sub-bloques son diferentes de las estadísticas de un bloque de transformada con el mismo tamaño. Puede aprovecharse esta propiedad extendiendo el conjunto de modelos de contextos para los elementos de sintaxis $\text{coeff_abs_greater_one}$ y $\text{coeff_abs_level_minus_one}$. Pueden proporcionarse múltiples conjuntos de modelos de contextos y para cada sub-bloque puede seleccionarse uno de estos conjuntos de modelos de contexto basándose en las estadísticas de sub-bloque anteriormente codificado en bloque de transformada actual o en bloques de transformada anteriormente codificados. En una realización preferida de la invención, el conjunto seleccionado de modelos de contextos se deriva basándose en las estadísticas de los sub-bloques anteriormente codificados en el mismo bloque. En otra realización preferida de la invención, el conjunto seleccionado de modelos de contextos se deriva basándose en las estadísticas del mismo sub-bloque de bloques anteriormente codificados. En una realización preferida, el número de conjuntos de modelos de contexto se establece igual a 4, mientras en otra realización preferida, el número de conjuntos de modelos 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 absolutos mayores de 2 en sub-bloques anteriormente 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 de 2.

La codificación del mapa significativo puede realizarse como se esboza a continuación, a saber mediante una conmutación adaptativa del orden de exploración.

En una realización preferida, el orden de exploración para codificar el mapa significativo se adapta conmutando 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 el patrón de exploración se conmuta depende de los valores de los elementos de sintaxis de mapa significativo ya codificados/decodificados. En una realización preferida, ambos patrones de exploración predefinidos especifican patrones de exploración con sub-exploraciones diagonales, similar 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 sub-exploraciones diagonales para diagonales desde la parte inferior izquierda hasta la parte superior derecha o viceversa. La exploración de las sub-exploraciones diagonales (no ilustradas en la Figura) se hace desde la parte superior izquierda hasta la parte inferior derecha para ambos patrones de exploración predefinidos. Pero la exploración dentro de las sub-exploraciones diagonales es diferente (como se ilustra en la Figura). Para el primer patrón de exploración 300, las sub-exploraciones diagonales se exploran desde la parte inferior izquierda hasta la parte superior derecha (ilustración izquierda de la Figura 8) y para el segundo patrón de exploración 302, las sub-exploraciones diagonales se exploran desde la parte superior derecha hasta la parte inferior izquierda (ilustración derecha de la Figura 8). En una realización, la codificación del mapa significativo se inicia con el segundo patrón de exploración. Mientras la codificación/decodificación de los elementos de sintaxis, el número de valores de coeficientes de transformada significativos se cuenta mediante dos contadores c_1 y c_2 . El primer contador c_1 cuenta el número de coeficientes de transformada significativos que se ubican en la parte inferior izquierda del bloque de transformada; es decir, este contador se aumenta en uno cuando un nivel de coeficiente de transformada

significativo se codifica/decodifica por 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 se ubican en parte superior derecha del bloque de transformada; es decir, este contador se aumenta en uno cuando un nivel de coeficiente de transformada significativo se codifica/decodifica por 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 mediante el asociador 252 en la Figura 7 y puede describirse mediante las siguientes fórmulas, donde t especifica el índice de posición de exploración y ambos contadores se inicializan con cero:

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

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

Al final de cada sub-exploración diagonal, el asociador 252 decide si se usa el primero o el segundo de los patrones de exploración predefinidos 300, 302 para la siguiente sub-exploración diagonal. Esta decisión se basa en los valores de los contadores c_1 y c_2 . Cuando el contador para la parte inferior izquierda del bloque de transformada es mayor que el contador para la parte superior derecha, se usa el patrón de exploración que explora las sub-exploraciones diagonales desde la parte inferior izquierda hasta la parte superior derecha; de otra manera (el contador para la parte inferior izquierda del bloque de transformada es menor que o igual al contador para la parte superior derecha), se usa el patrón de exploración que explora las sub-exploraciones diagonales desde la parte superior derecha hasta la parte inferior izquierda. Esta decisión puede expresarse mediante la siguiente fórmula:

$$d_{t+1} = \begin{cases} \text{parte superior derecha hacia parte inferior izquierda} & c_1 \leq c_2 \\ \text{parte inferior izquierda hacia parte superior derecha} & c_1 > c_2 \end{cases}$$

Debería observarse que la realización descrita anteriormente 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 también puede descomponerse en sub-exploraciones. En una realización preferida adicional, un patrón de exploración dado pero arbitrario se descompone en sub-exploraciones. Para cada una de las sub-exploraciones, se definen dos patrones de exploración: uno desde la parte inferior izquierda hasta la parte superior derecha y uno desde la parte superior derecha hasta la parte inferior 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 inferior izquierdo de un bloque de transformada) y una segunda parte (cerca del borde superior derecho de un bloque de transformada) dentro de las sub-exploraciones. Finalmente, al final de cada sub-exploración se decide (basándose en los valores de los contadores), si la siguiente sub-exploración se explora desde la parte inferior izquierda hasta la parte superior derecha o desde la parte superior derecha hasta la parte inferior izquierda.

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

En una realización preferida, la modelización de contexto para el significant_coeff_flag se hace como sigue. Para bloques de 4x4, la modelización de contexto se hace como se especifica en H.264. Para bloques de 8x8, el bloque de transformada se descompone en 16 sub-bloques de muestras de 2x2 y cada uno de estos sub-bloques se asocia con un contexto separado. Obsérvese que este concepto también puede extenderse a tamaños de bloques más grandes, un número diferentes de sub-bloques y también sub-regiones no rectangulares como se ha descrito anteriormente.

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

- Si la posición de exploración actual se sitúa dentro de la esquina izquierda de 2x2, se usa un modelo de contexto separado para cada posición de exploración (Figura 9, ilustración izquierda)
- Si la posición de exploración actual no se sitúa dentro de la esquina izquierda de 2x2 y no se ubica 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 la vecindad de la posición de exploración actual "x" sin nada alrededor de la misma.
- Si la posición de exploración actual "x" sin nada alrededor de la misma se sitúa dentro de 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 exploración actual "x" se incluye 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 configurarse para extraer secuencialmente los elementos de sintaxis de mapa significativo mediante decodificación por entropía adaptada al contexto mediante el uso de contextos que se seleccionan individualmente para cada uno de los elementos de sintaxis de mapa significativo dependiendo de un número de posiciones en las que de acuerdo con los anteriormente extraídos y asociados elementos de sintaxis de mapa significativo se sitúan coeficientes de transformada significativos, siendo las posiciones restringidas a unas que se sitúan en una vecindad de la posición ("x" en el lado de la derecha de la Figura 9 y ambos lados de la Figura 10 y cualquiera de las posiciones marcadas del lado de la izquierda de la Figura 9) con las que se asocia el respectivo elemento de sintaxis de mapa significativo actual. Como se muestra, la vecindad de la posición con la que se asocia el respectivo elemento de sintaxis actual, puede meramente comprender posiciones directamente adyacentes a o separadas de la posición con la que se asocia el respectivo elemento de sintaxis de mapa significativo, en una posición en dirección vertical y/o una posición en la dirección horizontal en el máximo. Como alternativa, pueden tenerse en cuenta meramente posiciones directamente adyacentes al respectivo elemento de sintaxis actual. Simultáneamente, el tamaño del bloque de coeficientes de transformada puede ser igual o mayor que posiciones de 8x8.

En una realización preferida, el modelo de contexto que se usa para codificar un `significant_coeff_flag` particular se elige dependiendo del número de niveles de coeficientes de transformada significativos ya codificados en los vecindarios definidos. En este punto, el número de modelos de contextos disponibles puede ser más pequeño que el valor posible para el número de niveles de coeficientes de transformada significativos en la vecindad definida. El codificador y decodificador pueden contener una tabla (o un mecanismo de mapeado diferente) para el mapeado del número de niveles de coeficientes de transformada significativos en la vecindad definida 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 la vecindad definida y de uno o más parámetros adicionales como el tipo de vecindad usada o la posición de exploración o un valor cuantificado para la posición de exploración.

Para la codificación del `last_significant_coeff_flag`, puede usarse una modelización de contexto similar como para el `significant_coeff_flag`. Sin embargo, la medida de probabilidad para el `last_significant_coeff_flag` depende principalmente de una distancia de la posición de exploración actual a la esquina superior izquierda del bloque de transformada. En una realización preferida, el modelo de contexto para codificar el `last_significant_coeff_flag` se elige basándose en la exploración diagonal en la que se sitúa la posición de 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 caso de la realización anterior de la Figura 8 o basándose en cuántos sub-exploraciones entre la sub-exploración actual y la posición DC de arriba a la izquierda (tal como índice de sub-exploración menos 1)). En una realización preferida de la invención, se usa el mismo contexto para diferentes valores de $x + y$. La medida de distancia es decir $x + y$ o el índice de sub-exploración se mapea en el conjunto de modelos de contextos en un cierto modo (por ejemplo cuantificando $x + y$ o el índice de sub-exploración), donde el número de valores posibles para la medida de distancia es mayor que el número de modelos de contextos disponibles para codificar el `last_significant_coeff_flag`.

En una realización preferida, se usan diferentes esquemas de modelización 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 sub-bloques es 2x2 y se deshabilita la modelización de contexto dentro de los sub-bloques, es decir, un único modelo de contexto se usa para todos los coeficientes de transformada dentro de un sub-bloque de 2x2. Únicamente pueden ser afectados bloques mayores de 2x2 por el proceso de subdivisión. En una realización preferida adicional de esta invención, el tamaño de los sub-bloques es 4x4 y la modelización de contexto dentro de los sub-bloques se hace como en H.264; únicamente bloques mayores de 4x4 son afectados por el proceso de subdivisión.

Para el orden de exploración, en una realización preferida, se emplea una exploración en zigzag para la exploración de los sub-bloques 322 de un bloque de transformada 256 es decir a lo largo una dirección de frecuencia sustancialmente en aumento, mientras los coeficientes de transformada dentro de un sub-bloque se exploran en una exploración en zigzag inversa 326 (Figura 11). En una realización preferida adicional de la invención, tanto los sub-bloques 322 como los niveles de coeficientes de transformada dentro de los sub-bloques 322 se exploran usando una exploración en zigzag inversa (como la ilustración en la Figura 11, donde la flecha 320

es invertida). En otra realización preferida, se usa la misma exploración adaptativa como para codificar el mapa significativo para procesar los niveles de coeficientes de transformada, donde la decisión de adaptación en la misma, de modo que se usa exactamente la misma exploración para tanto la codificación del mapa significativo como la codificación del nivel de valor de coeficiente de transformadas. Debería observarse que la propia exploración normalmente no depende de las estadísticas seleccionadas o el número de conjuntos de modelos de contexto o de la decisión para habilitar o deshabilitar la modelización de contexto dentro de los sub-bloques.

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

En una realización preferida, la modelización de contexto para un sub-bloque es similar a la modelización de contexto para bloques de 4x4 en H.264 como se ha descrito anteriormente. El número de modelos de contextos que se usa para codificar el elemento de sintaxis `coeff_abs_greater_one` y la primera *bin* del elemento de sintaxis `coeff_abs_level_minus_one` es igual a cinco, con, por ejemplo, el uso de diferentes conjuntos de modelos de contextos para los dos elementos de sintaxis. En una realización preferida adicional, la modelización de contexto dentro de los sub-bloques se deshabilita y únicamente se usa un modelo de contexto predefinido dentro de cada sub-bloque. Para ambas realizaciones, se selecciona el conjunto de modelos de contexto para un sub-bloque 322 entre un número predefinido de conjuntos de modelos de contexto. La selección del conjunto de modelos de contexto para un sub-bloque 322 se basa en ciertas estadísticas de uno o más sub-bloques ya codificados. En una realización preferida, las estadísticas usadas para seleccionar un conjunto de modelos de contexto para un sub-bloque se toman de uno o más sub-bloques ya codificados en el mismo bloque 256. A continuación se describe cómo se usan las estadísticas para derivar el seleccionado conjunto de modelos de contexto. En una realización preferida adicional, las estadísticas se toman del mismo sub-bloque en un bloque anteriormente codificado con el mismo tamaño de bloque tales como bloque 40a y 40a' en la Figura 2b. En otra realización preferida de la invención, las estadísticas se toman de un sub-bloque de vecindad definido en el mismo bloque, que depende de la exploración seleccionada para los sub-bloques. También, es importante observar que el origen de las estadísticas debería ser independiente del orden de exploración y cómo se crean las estadísticas para derivar el conjunto de modelos de contexto.

En una realización preferida, el número de conjuntos de modelos de contexto es igual a cuatro, mientras en otra realización preferida, el número de conjuntos de modelos de contexto es igual a 16. Comúnmente, el número de conjuntos de modelos de contexto no es fijo y debería adaptarse de acuerdo con las estadísticas seleccionadas. En una realización preferida, el conjunto de modelos de contexto para un sub-bloque 322 se deriva basándose en el número de niveles de coeficientes de transformada absolutos mayores de dos en uno o más sub-bloques ya codificados. Un índice para el conjunto de modelos de contexto se determina mapeando el número de niveles de coeficientes de transformada absolutos mayores de dos en el sub-bloque de referencia o sub-bloques de referencia en un conjunto de índices de modelo de contexto predefinidos. Este mapeado pueden implementarse cuantificándose el número de niveles de coeficientes de transformada absolutos mayores de dos o mediante una tabla predefinida. En una realización preferida adicional, el conjunto de modelos de contexto para un sub-bloque 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 absolutos mayores de dos en uno o más sub-bloques ya codificados. Un índice para el conjunto de modelos de contexto se determina mapeando esta diferencia en un conjunto de índices de modelo de contexto predefinidos. Este mapeado 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 de dos o mediante una tabla predefinida.

En otra realización preferida, cuando se usa la misma exploración adaptativa para el procesamiento de los niveles de coeficientes de transformada absolutos y el mapa significativo, las estadísticas parciales de los sub-bloques en los mismos bloques pueden usarse para derivar el conjunto de modelos de contexto para el sub-bloque actual o, si disponible, pueden usarse las estadísticas de sub-bloques anteriormente codificados en bloques de transformada anteriormente codificados. Eso significa que, por ejemplo, en lugar de usar el número absoluto de niveles de coeficientes de transformada absolutos mayores de dos en el(los) sub-bloque(s) para derivar el modelo de contexto, se usa el número de niveles de coeficientes de transformada absolutos ya codificados mayores de dos multiplicado por la relación del número de coeficientes de transformada en el(los) sub-bloque(s) y el número de coeficientes de transformada ya codificados en el(los) sub-bloque(s); 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 de dos en el(los) sub-bloque(s), se usa la diferencia entre el número de niveles de coeficientes de transformada significativos ya codificados y el número de niveles de coeficientes de transformada absolutos ya codificados mayores de dos multiplicados por la relación del número de coeficientes de transformada en el(los) sub-bloque(s) y el número de coeficientes de transformada ya codificados en el(los) sub-bloque(s).

Para la modelización de contexto dentro de los sub-bloques, puede emplearse básicamente la inversa de la modelización de contexto del estado de la técnica para H.264. Eso significa que, cuando se usa la misma exploración adaptativa para el procesamiento de los niveles de coeficientes de transformada absolutos y el mapa significativo, los niveles de coeficientes de transformada se codifican básicamente en un orden de exploración

avanzado, 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 coeficientes de transformada niveles se inicia con un primer modelo de contexto para elementos de sintaxis `coeff_abs_greater_one` y `coeff_abs_level_minus_one` y se conmuta al siguiente modelo de contexto en el conjunto

5 cuando dos elementos de sintaxis `coeff_abs_greater_one` iguales a cero se han codificado 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 de cero en orden de exploración. El número de modelos de contextos para `coeff_abs_greater_one` y para `coeff_abs_level_minus_one` pueden ser los mismos que en H.264.

10 Por lo tanto, las realizaciones anteriores pueden aplicarse en el campo de procesamiento digital de señales y, en particular, a decodificadores y codificadores de imagen y video. En particular, las anteriores realizaciones habilitan una codificación de elementos de sintaxis relacionados con coeficientes de transformada en códecs de imagen y video basados en bloques, con una mejorada modelización de contexto para elementos de sintaxis relacionados con coeficientes de transformada que se codifican con un codificador por entropía que emplea una probabilidad

15 modelización. En comparación con el estado de la técnica, se logra una eficiencia de codificación mejorada en particular para grandes bloques de transformada.

Aunque se han descrito algunos aspectos en el contexto de un aparato, está claro que estos aspectos también representan una descripción del correspondiente método, donde un bloque o dispositivo corresponde a una etapa de método o una característica de una etapa de método. Análogamente, aspectos descritos en el contexto de una etapa de método también representan una descripción de un correspondiente bloque o artículo o característica de un correspondiente aparato.

20

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

25

Dependiendo de ciertos requisitos de implementación, 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 tienen señales de control legibles electrónicamente almacenadas en los mismos, que cooperan (o son capaces de cooperar) con un sistema informático programable de tal forma que se realiza el respectivo método. Por lo tanto, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

30

Algunas realizaciones de acuerdo con la invención comprenden una portadora de datos que tienen señales de control legibles electrónicamente, que son capaces de cooperar con un sistema informático programable, de tal forma que se realiza uno de los métodos descritos en este documento.

35

En general, las realizaciones de la presente invención pueden implementarse como un producto de programa informático con un código de programa, estando 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 por ejemplo almacenarse en un soporte legible por máquina.

40

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

45

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.

50

Una realización adicional de los métodos inventivos es, por lo tanto, una portadora de datos (o un medio de almacenamiento digital o un medio legible por ordenador) que comprende, grabada en la 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 por ejemplo puede configurarse para transferirse a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo a través de la Internet.

55

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.

60

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 alguna o todas de las funcionalidades de los métodos descritos en este 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 preferentemente se realizan mediante cualquier aparato de hardware.

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

Una realización proporciona un aparato para decodificar un bloque de coeficientes de transformada, que comprende: un decodificador 250 configurado para extraer un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada de un flujo de datos, con, en la extracción de los valores de los coeficientes de transformada significativos, extraer secuencialmente los valores mediante decodificación por entropía adaptable al contexto; y un asociador 252 configurado para asociar secuencialmente los valores extraídos secuencialmente con las posiciones de los coeficientes de transformada significativos en un orden de exploración de coeficientes predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, de acuerdo con el cual el bloque de coeficientes de transformada se explora en sub-bloques 322 del bloque de coeficientes de transformada 256 usando un orden de exploración de sub-bloques 320 con, complementaria, exploración de posiciones de los coeficientes de transformada dentro de los sub-bloques en un orden de sub-exploración de posición 324, en el que el decodificador 250 se configura para usar, en decodificación por entropía adaptable al contexto secuencialmente los valores de los valores de coeficientes de transformada significativos, un conjunto seleccionado de un número de contextos de una pluralidad de conjuntos de un número de contextos, siendo la selección del conjunto seleccionado realizada para cada sub-bloque dependiendo de los valores de los coeficientes de transformada dentro de un sub-bloque del bloque de coeficientes de transformada, que ya se ha atravesado en el orden de exploración de sub-bloques, o los valores de los coeficientes de transformada de un sub-bloque co-ubicado en un bloque de coeficientes de transformada decodificado anteriormente de igual tamaño.

De acuerdo con un aspecto del aparato, el decodificador 250 se configura para extraer secuencialmente los elementos de sintaxis de primer tipo mediante la decodificación por entropía adaptada al contexto mediante el uso de 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 de acuerdo con los elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente extraídos y asociados se sitúan coeficientes de transformada significativos, en una vecindad de la posición con la que se asocia el respectivo elemento de sintaxis de primer tipo.

De acuerdo con otro aspecto del aparato, el decodificador se configura adicionalmente de tal forma que la vecindad de la posición con la que se asocia el respectivo elemento de sintaxis de primer tipo meramente comprende posiciones directamente adyacentes a, o posiciones directamente adyacentes a o separadas de la posición con la que se asocia el respectivo elemento de sintaxis de primer tipo, en una posición en dirección vertical y/o una posición en la dirección horizontal en el máximo, en el que el tamaño del reloj de coeficiente de transformada es igual a o mayor de 8x8 posiciones.

De acuerdo con otro aspecto del aparato, el decodificador se configura adicionalmente para mapear el número de posiciones en las que de acuerdo con los elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente extraídos y asociados se sitúan coeficientes de transformada significativos, en la vecindad de la posición con la que se asocia el respectivo elemento de sintaxis de primer tipo, a un índice de contexto de un conjunto predeterminado de posibles índices de contexto en ponderación con un número de posiciones disponibles en la vecindad de la posición con la que se asocia el respectivo elemento de sintaxis de primer tipo.

Otra realización proporciona un aparato para la decodificación de un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro de un bloque de coeficientes de transformada de un flujo de datos que comprende: un decodificador 250 configurado para extraer un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada de un flujo de datos, con, en la extracción del mapa significativo, extraer secuencialmente elementos de sintaxis de primer tipo del flujo de datos mediante decodificación por entropía adaptable al contexto, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo; y un asociador 250

configurado para asociar secuencialmente los elementos de sintaxis de primer tipo extraídos secuencialmente a las posiciones del bloque de coeficientes de transformada en un orden de exploración predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, en el que el decodificador se configura para usar, en decodificación por entropía adaptada al contexto 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 de acuerdo con los elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente extraídos y asociados se sitúan coeficientes de transformada significativos, en una vecindad de la posición con la que se asocia un elemento de sintaxis de primer tipo actual.

De acuerdo con un aspecto del aparato, el decodificador 250 se configura adicionalmente de tal forma que la vecindad de la posición con la que se asocia el respectivo elemento de sintaxis de primer tipo meramente comprende posiciones directamente adyacentes a, o posiciones directamente adyacentes a o separadas de la posición con la que se asocia el respectivo elemento de sintaxis de primer tipo, en una posición en dirección vertical y/o una posición en la dirección horizontal en el máximo, en el que el tamaño del reloj de coeficiente de transformada es igual a o mayor de 8x8 posiciones.

Otra realización proporciona un decodificador basado en transformada configurado para decodificar un bloque de coeficientes de transformada usando un aparato 150 para la decodificación de un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada de un flujo de datos y para realizar 152 una transformada desde dominio espectral a dominio espacial al bloque de coeficientes de transformada.

Otra realización proporciona un decodificador predictivo que comprende: un decodificador basado en transformada 150, 152 configurado para decodificar un bloque de coeficientes de transformada usando un aparato para la decodificación de un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada de un flujo de datos, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, y para realizar una transformada desde dominio espectral a dominio espacial al bloque de coeficientes de transformada para obtener un bloque residual; un predictor 156 configurado para proporcionar una predicción para un bloque de una matriz de muestras de información que presenta una señal de información muestreada espacialmente; y un combinador 154 configurado para combinar la predicción del bloque y el bloque residual para reconstruir la matriz de muestras de información.

Otra realización proporciona un aparato para codificar un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro de un bloque de coeficientes de transformada en un flujo de datos, estando el aparato configurado para codificar secuencialmente elementos de sintaxis de primer tipo en el flujo de datos mediante codificación por entropía, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada, al menos, en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo, en el que el aparato se configura adicionalmente para los elementos de sintaxis de primer tipo en el flujo de datos en un orden de exploración entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, que depende de las posiciones de los coeficientes de transformada significativos indicadas mediante elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente codificados.

Otra realización proporciona un aparato para codificar un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro de un bloque de coeficientes de transformada en un flujo de datos, estando el aparato configurado para codificar un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada en el flujo de datos, con, en la codificación del mapa significativo, codificar secuencialmente elementos de sintaxis de primer tipo en el flujo de datos mediante codificación por entropía adaptable al contexto, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo, en el que el aparato se configura adicionalmente para secuencialmente codificar los elementos de sintaxis de primer tipo en el flujo de datos en un orden de exploración predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, en el que el aparato se configura para usar, en codificación por entropía adaptada al contexto cada uno de los elementos de sintaxis de primer tipo, contextos que se seleccionan individualmente para los elementos de sintaxis de primer tipo dependiendo de un número de posiciones en las que se sitúan coeficientes de transformada significativos y con las que se asocian los elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente codificados, en una vecindad de la posición con la que se asocia un elemento de sintaxis de primer tipo actual.

Otra realización proporciona un método para la decodificación de un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro de un bloque de coeficientes de transformada de un flujo de datos, comprendiendo el método: extraer secuencialmente elementos de sintaxis de primer tipo del flujo de datos, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada, al menos, en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo

o insignificativo; y asociar secuencialmente los elementos de sintaxis de primer tipo extraídos secuencialmente a las posiciones del bloque de coeficientes de transformada en un orden de exploración entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, que depende de las posiciones de los coeficientes de transformada significativos indicados mediante los elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente extraídos y asociados.

5 Otra realización proporciona un método para la decodificación de un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro de un bloque de coeficientes de transformada de un flujo de datos, que comprende: extraer un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada de un flujo de datos, con, en la extracción del mapa significativo, extraer secuencialmente elementos de sintaxis de primer tipo del flujo de datos mediante decodificación por entropía adaptable al contexto, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo; y asociar secuencialmente los elementos de sintaxis de primer tipo extraídos secuencialmente a las posiciones del bloque de coeficientes de transformada en un orden de exploración predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, en el que, en decodificación por entropía adaptada 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 de acuerdo con los elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente extraídos y asociados se sitúan coeficientes de transformada significativos, en una vecindad de la posición con la que se asocia un elemento de sintaxis de primer tipo actual.

25 Otra realización proporciona un método para codificar un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro de un bloque de coeficientes de transformada en un flujo de datos, comprendiendo el método: codificar secuencialmente elementos de sintaxis de primer tipo en el flujo de datos mediante codificación por entropía, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada, al menos, en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo, con la codificación de los elementos de sintaxis de primer tipo en el flujo de datos en un orden de exploración entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, que depende de las posiciones de los coeficientes de transformada significativos indicadas mediante elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente codificados.

35 Otra realización proporciona un método para codificar un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro de un bloque de coeficientes de transformada en un flujo de datos, comprendiendo el método: codificar un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada en el flujo de datos, con, en la codificación del mapa significativo, codificar secuencialmente elementos de sintaxis de primer tipo en el flujo de datos mediante codificación por entropía adaptable al contexto, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo, en el que la codificación secuencialmente de los elementos de sintaxis de primer tipo en el flujo de datos se realiza en un orden de exploración predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, y en codificación por entropía adaptada 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 se sitúan coeficientes de transformada significativos y con las que se asocian los elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente codificados, en una vecindad de la posición con la que se asocia un elemento de sintaxis de primer tipo actual.

50 Otra realización proporciona un flujo de datos que ha codificado en el mismo un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro de un bloque de coeficientes de transformada, en el que elementos de sintaxis de primer tipo se codifican secuencialmente en el flujo de datos mediante codificación por entropía, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada, al menos, en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo, en el que los elementos de sintaxis de primer tipo se codifican en el flujo de datos en un orden de exploración entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, que depende de las posiciones de los coeficientes de transformada significativos indicados mediante elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente codificados.

60 Otra realización proporciona un flujo de datos que ha codificado en el mismo mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro de un bloque de coeficientes de transformada, en el que un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada, seguido por los valores de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada se codifican en el flujo de datos, en el que, dentro del mapa significativo, los

- elementos de sintaxis de primer tipo se codifican secuencialmente en el flujo de datos mediante codificación por entropía adaptable al contexto, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo, en el que los elementos de sintaxis de primer tipo se codifican
- 5 secuencialmente en el flujo de datos en un orden de exploración predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada y los elementos de sintaxis de primer tipo se codifican por entropía adaptados al contexto en el flujo de datos usando contextos que se seleccionan individualmente para los elementos de sintaxis de primer tipo dependiendo de un número de posiciones en las que se sitúan coeficientes de transformada significativos y con las que se asocian los elementos de sintaxis de primer tipo anteriores codificados en el flujo de datos, en una
- 10 vecindad de la posición con la que se asocia un elemento de sintaxis de primer tipo actual.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para decodificar un bloque de coeficientes de transformada, que comprende:

5 un decodificador (250) configurado para extraer un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada de un flujo de datos, con, en la extracción de los valores de los coeficientes de transformada significativos, extraer secuencialmente los valores mediante decodificación por entropía adaptable al contexto; y

10 un asociador (252) configurado para asociar secuencialmente los valores extraídos secuencialmente con las posiciones de los coeficientes de transformada significativos en un orden de exploración de coeficientes predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, caracterizado por que el bloque de coeficientes de transformada se explora en sub-bloques (322) del bloque de coeficientes de transformada (256) usando un orden de exploración de sub-bloques (320) con, complementaria, exploración de posiciones de los coeficientes de transformada dentro de los sub-bloques en un orden de sub-exploración de posición (324),

15 en el que el decodificador (250) se configura para usar, en decodificación por entropía adaptable al contexto secuencialmente los valores de los valores de coeficientes de transformada significativos, un conjunto seleccionado de un número de contextos de una pluralidad de conjuntos de un número de contextos, en el que el decodificador (250) se configura de tal forma que la selección del conjunto seleccionado que se realiza para cada sub-bloque depende de los valores de los coeficientes de transformada dentro de un sub-bloque del bloque de coeficientes de transformada, que ya se ha atravesado en el orden de exploración de sub-bloques, o de tal forma que la selección del conjunto seleccionado que se realiza para cada sub-bloque depende de los valores de los coeficientes de transformada de un sub-bloque co-ubicado en un bloque de coeficientes de transformada decodificado anteriormente de igual tamaño.

25 2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1. en el que el decodificador se configura de tal forma que el número de contextos de la pluralidad de conjuntos de contextos es mayor de uno, y configurado para, en decodificación por entropía adaptable al contexto secuencialmente los valores de los valores de coeficientes de transformada significativos dentro de un sub-bloque usando el conjunto seleccionado del número de contextos para el respectivo sub-bloque, asignar de forma única los contextos del conjunto seleccionado del número de contextos a las posiciones dentro del respectivo sub-bloque.

3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 en el que el asociador (252) se configura de tal forma que el orden de exploración de sub-bloques conduce en zigzag desde un sub-bloque que incluye una posición de una frecuencia más baja en una dirección vertical y una dirección horizontal a un sub-bloque que incluye una posición de una frecuencia más alta tanto en las direcciones vertical como horizontal, mientras el orden de sub-exploración de posición conduce, en cada sub-bloque, en zigzag desde una posición dentro del respectivo sub-bloque, relacionada con una frecuencia más alta en una dirección vertical y una dirección horizontal a una posición del respectivo sub-bloque relacionada con una frecuencia más baja tanto en las direcciones vertical como horizontal.

4. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el decodificador se configura para, en la extracción del mapa significativo del flujo de datos,

45 extraer secuencialmente elementos de sintaxis de primer tipo del flujo de datos, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada (256), al menos, en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo;

50 el asociador (252) se configura para asociar secuencialmente los elementos de sintaxis de primer tipo extraídos secuencialmente a las posiciones del bloque de coeficientes de transformada en un orden de exploración entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, que depende de las posiciones de los coeficientes de transformada significativos indicados mediante los elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente extraídos y asociados.

5. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el decodificador (250) se configura adicionalmente para reconocer, basándose en una información en el flujo de datos, e independiente de un número de posiciones de los coeficientes de transformada insignificativos indicados mediante los elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente extraídos y asociados, en cuanto a si en una posición con la que se asocia un elemento de sintaxis de primer tipo extraído en la actualidad, que indica que en esta posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo, se sitúa un último coeficiente de transformada significativo en el bloque de coeficientes de transformada.

6. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en el que el decodificador (250) adicionalmente se configura para extraer, entre elementos de sintaxis de primer tipo que indican que en la respectiva posición asociada se sitúa un coeficiente de transformada significativo, y elementos de sintaxis de primer tipo inmediatamente posteriores,

elementos de sintaxis de segundo tipo desde el flujo de bits que indica, para las posiciones asociadas en las que se sitúa un coeficiente de transformada significativo, en cuanto a si la respectiva posición asociada es el último coeficiente de transformada significativo en el bloque de coeficientes de transformada.

5 7. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que el decodificador (250) se configura adicionalmente para extraer en serie, después de la extracción de todos los elementos de sintaxis de primer tipo del
 10 bloque de coeficientes de transformada, valores de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada del flujo de datos mediante decodificación por entropía adaptable al contexto, en el que el asociador (252) se configura para asociar secuencialmente los valores extraídos secuencialmente con las
 15 posiciones de los coeficientes de transformada significativos en un orden de exploración de coeficientes predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, de acuerdo con el cual el bloque de coeficientes de transformada se explora en sub-bloques (322) del bloque de coeficientes de transformada (256) usando un orden de exploración de sub-bloques (320) con, complementaria, exploración de posiciones de los
 20 coeficientes de transformada de los sub-bloques (322) en un orden de sub-exploración de posición (324), en el que el decodificador se configura para usar, en decodificación por entropía adaptable al contexto secuencialmente los valores de los valores de coeficientes de transformada significativos, un conjunto seleccionado de un número de contextos de una pluralidad de conjuntos de un número de contextos, siendo la selección del conjunto seleccionado realizada para cada sub-bloque dependiendo de los valores de los coeficientes de transformada dentro de un sub-bloque del bloque de coeficientes de transformada, que ya se ha atravesado en el orden de exploración de sub-bloques (320), o los valores de los coeficientes de transformada de un sub-bloque co-ubicado en un bloque de coeficientes de transformada decodificado anteriormente de igual tamaño.

25 8. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en el que el asociador (252) se configura adicionalmente para asociar secuencialmente los elementos de sintaxis de primer tipo extraídos secuencialmente a las posiciones del bloque de coeficientes de transformada a lo largo de una secuencia de sub-trayectorias que se extiende entre un primer par de lados adyacentes del bloque de coeficientes de transformada a lo largo del que se colocan posiciones de una frecuencia más baja en una dirección horizontal y posiciones de una frecuencia más alta en una dirección vertical, respectivamente, y un segundo par de lados adyacentes del bloque de coeficientes de transformada a lo largo del que se colocan posiciones de una frecuencia más baja en la dirección vertical y
 30 posiciones de una frecuencia más alta en la dirección horizontal, respectivamente, con las sub-trayectorias teniendo una distancia en aumento desde una posición de la frecuencia más baja tanto en las direcciones vertical como horizontal y en el que el asociador (252) se configura para determinar una dirección (300, 302) a lo largo de la que los elementos de sintaxis de primer tipo extraídos secuencialmente se asocian a las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, basándose en las posiciones de los coeficientes de transformada significativos dentro
 35 de las sub-exploraciones anteriores.

9. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que

40 el decodificador (250) se configura para, en la extracción del mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada, extraer secuencialmente elementos de sintaxis de primer tipo del flujo de datos mediante decodificación por entropía adaptable al contexto, indicando los elementos de sintaxis de primer tipo, para posiciones asociadas dentro del bloque de coeficientes de transformada en cuanto a si en la respectiva posición se sitúa un coeficiente de transformada significativo o insignificativo; y
 45 el asociador (250) se configura para asociar secuencialmente los elementos de sintaxis de primer tipo extraídos secuencialmente a las posiciones del bloque de coeficientes de transformada en el orden de exploración predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, en el que el decodificador se configura para usar, en decodificación por entropía adaptada al contexto los elementos de sintaxis de primer tipo, contextos que se seleccionan individualmente para cada uno de los
 50 elementos de sintaxis de primer tipo dependiendo de un número de posiciones en las que de acuerdo con los elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente extraídos y asociados se sitúan coeficientes de transformada significativos, en una vecindad de la posición con la que se asocia un elemento de sintaxis de primer tipo actual.

55 10. Aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el decodificador (250) se configura adicionalmente para mapear el número de posiciones en las que de acuerdo con los elementos de sintaxis de primer tipo anteriormente extraídos y asociados se sitúan coeficientes de transformada significativos, en la vecindad de la posición con la que se asocia el respectivo elemento de sintaxis de primer tipo, a un índice de contexto de un conjunto predeterminado de posibles índices de contexto en ponderación con un número de posiciones disponibles en la vecindad de la posición con la que se asocia el respectivo elemento de sintaxis de primer tipo.

60 11. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el bloque de coeficientes de transformada se refiere a un contenido de mapas de profundidad.

12. Aparato para codificar un bloque de coeficientes de transformada, configurado para codificar un mapa

significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada en un flujo de datos, con, en la extracción de los valores de los coeficientes de transformada significativos, codificar secuencialmente los valores mediante codificación por entropía adaptable al contexto, en el que el aparato se configura para codificar los valores en el flujo de datos en un orden de exploración de coeficientes predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, caracterizado por que el bloque de coeficientes de transformada se explora en sub-bloques del bloque de coeficientes de transformada usando un orden de exploración de sub-bloques con, complementaria, exploración de posiciones de los coeficientes de transformada dentro de los sub-bloques en un orden de sub-exploración de posición, en el que el aparato se configura adicionalmente para usar, en codificación por entropía adaptada al contexto secuencialmente los valores de los valores de coeficientes de transformada significativos, un conjunto seleccionado de un número de contextos de una pluralidad de conjuntos de un número de contextos, en el que el aparato se configura de tal forma que la selección del conjunto seleccionado que se realiza para cada sub-bloque depende de los valores de los coeficientes de transformada dentro de un sub-bloque del bloque de coeficientes de transformada, que ya se ha atravesado en el orden de exploración de sub-bloques, o de tal forma que la selección del conjunto seleccionado que se realiza para cada sub-bloque depende de los valores de los coeficientes de transformada de un sub-bloque co-ubicado en un bloque de coeficientes de transformada codificado anteriormente de igual tamaño.

13. Aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el bloque de coeficientes de transformada se refiere a un contenido de mapas de profundidad.

14. Método para decodificar un bloque de coeficientes de transformada, que comprende:

extraer un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada de un flujo de datos, con, en la extracción de los valores de los coeficientes de transformada significativos, extraer secuencialmente los valores mediante decodificación por entropía adaptable al contexto; y asociar secuencialmente los valores extraídos secuencialmente con las posiciones de los coeficientes de transformada significativos en un orden de exploración de coeficientes predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, caracterizado por que el bloque de coeficientes de transformada se explora en sub-bloques del bloque de coeficientes de transformada usando un orden de exploración de sub-bloques con, complementaria, exploración de posiciones de los coeficientes de transformada dentro de los sub-bloques en un orden de sub-exploración de posición, en el que, en decodificación por entropía adaptable al contexto secuencialmente los valores de los valores de coeficientes de transformada significativos, se usa un conjunto seleccionado de un número de contextos de una pluralidad de conjuntos de un número de contextos, siendo la selección del conjunto seleccionado realizada para cada sub-bloque dependiendo de los valores de los coeficientes de transformada dentro de un sub-bloque del bloque de coeficientes de transformada, que ya se ha atravesado en el orden de exploración de sub-bloques, o siendo la selección del conjunto seleccionado realizada para cada sub-bloque dependiendo de los valores de los coeficientes de transformada de un sub-bloque co-ubicado en un bloque de coeficientes de transformada decodificado anteriormente de igual tamaño.

15. Método para codificar un bloque de coeficientes de transformada, que comprende

codificar un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada y a continuación los valores de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada en un flujo de datos, con, en la codificación de los valores de los coeficientes de transformada significativos, codificar secuencialmente los valores mediante codificación por entropía adaptable al contexto, en el que la codificación de valores en el flujo de datos se realiza en un orden de exploración de coeficientes predeterminado entre las posiciones del bloque de coeficientes de transformada, caracterizado por que el bloque de coeficientes de transformada se explora en sub-bloques del bloque de coeficientes de transformada usando un orden de exploración de sub-bloques con, complementaria, exploración de posiciones de los coeficientes de transformada dentro de los sub-bloques en un orden de sub-exploración de posición, en el que en codificación por entropía adaptada al contexto secuencialmente los valores de los valores de coeficientes de transformada significativos, se usa un conjunto seleccionado de un número de contextos de una pluralidad de conjuntos de un número de contextos, siendo la selección del conjunto seleccionado realizada para cada sub-bloque dependiendo de los valores de los coeficientes de transformada dentro de un sub-bloque del bloque de coeficientes de transformada, que ya se ha atravesado en el orden de exploración de sub-bloques, o siendo la selección del conjunto seleccionado realizada para cada sub-bloque dependiendo de los valores de los coeficientes de transformada de un sub-bloque co-ubicado en un bloque de coeficientes de transformada codificado anteriormente de igual tamaño.

16. Flujo de datos que comprende una codificación de un mapa significativo que indica posiciones de coeficientes de

transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada, seguido por los valores de los coeficientes de transformada significativos dentro del bloque de coeficientes de transformada, en el que los valores de los coeficientes de transformada significativos se codifican secuencialmente en el flujo de datos mediante codificación por entropía adaptable al contexto en un orden de exploración de coeficientes predeterminado entre las

5 posiciones del bloque de coeficientes de transformada, caracterizado por que el bloque de coeficientes de transformada se explora en sub-bloques del bloque de coeficientes de transformada usando un orden de exploración de sub-bloques con, complementaria, exploración de posiciones de los coeficientes de transformada dentro de los sub-bloques en un orden de sub-exploración de posición, en el que los valores de los valores de coeficientes de transformada significativos se codifican por entropía adaptados al contexto secuencialmente en el flujo de datos

10 usando un conjunto seleccionado de un número de contextos de una pluralidad de conjuntos de un número de contextos, siendo la selección del conjunto seleccionado realizada para cada sub-bloque dependiendo de los valores de los coeficientes de transformada dentro de un sub-bloque del bloque de coeficientes de transformada, que ya se ha atravesado en el orden de exploración de sub-bloques, o siendo la selección del conjunto seleccionado realizada para cada sub-bloque dependiendo de los valores de los coeficientes de transformada de un sub-bloque co-ubicado

15 en un bloque de coeficientes de transformada codificado anteriormente de igual tamaño.

17. Flujo de datos de acuerdo con la reivindicación 16, en el que el bloque de coeficientes de transformada se refiere a un contenido de mapas de profundidad.

20 18. 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 la reivindicación 14 o 15.

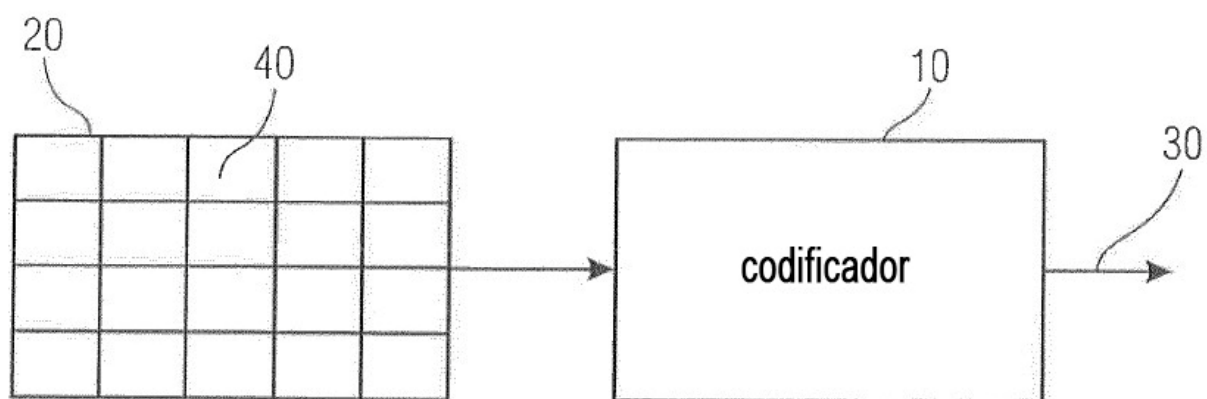


FIG 1

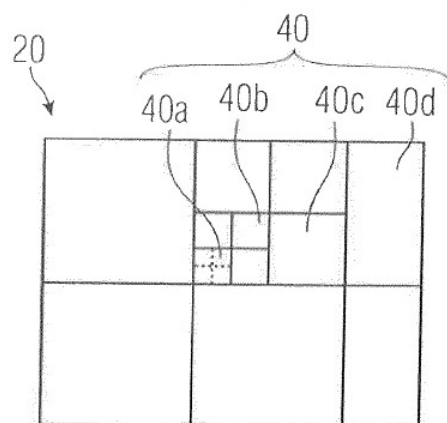


FIG 2A

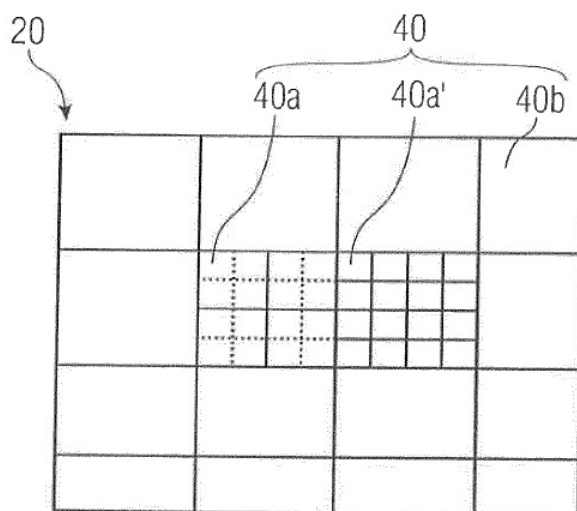


FIG 2B

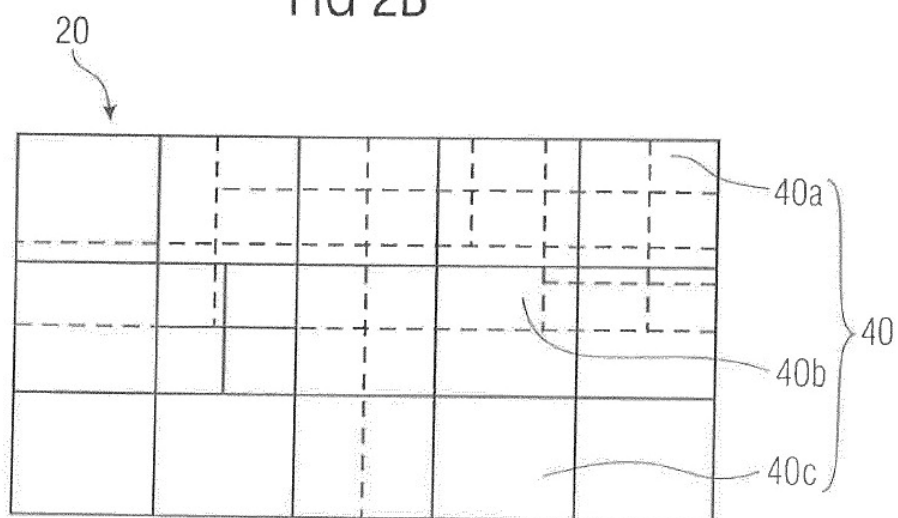


FIG 2C

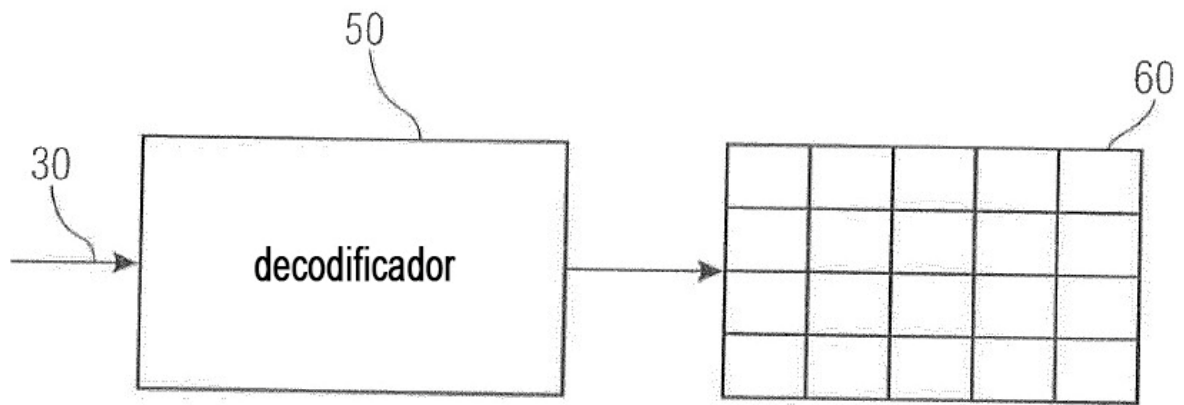


FIG 3

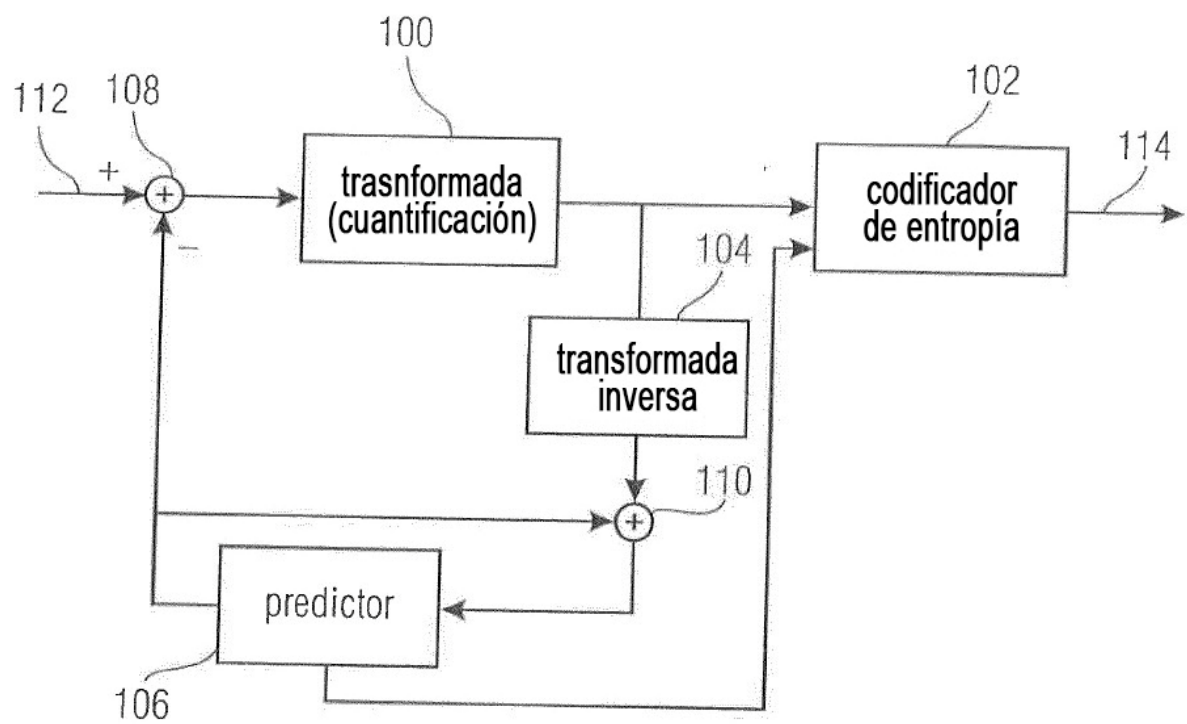


FIG 4

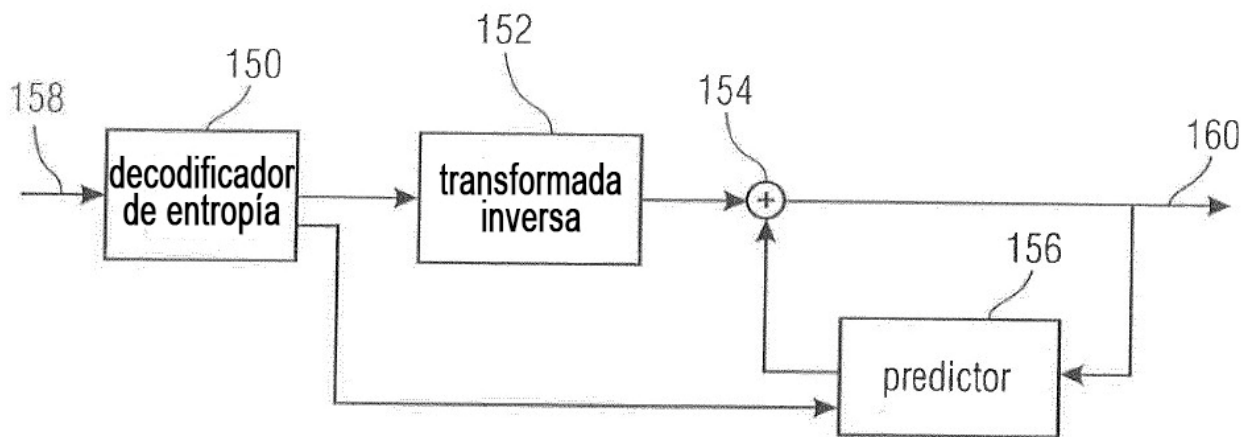


FIG 5

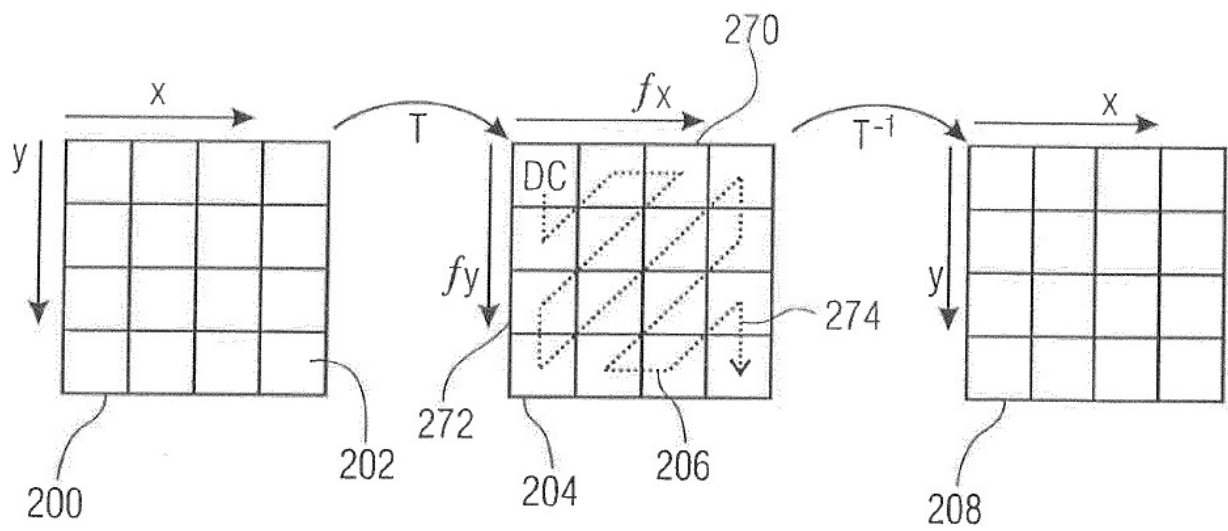


FIG 6

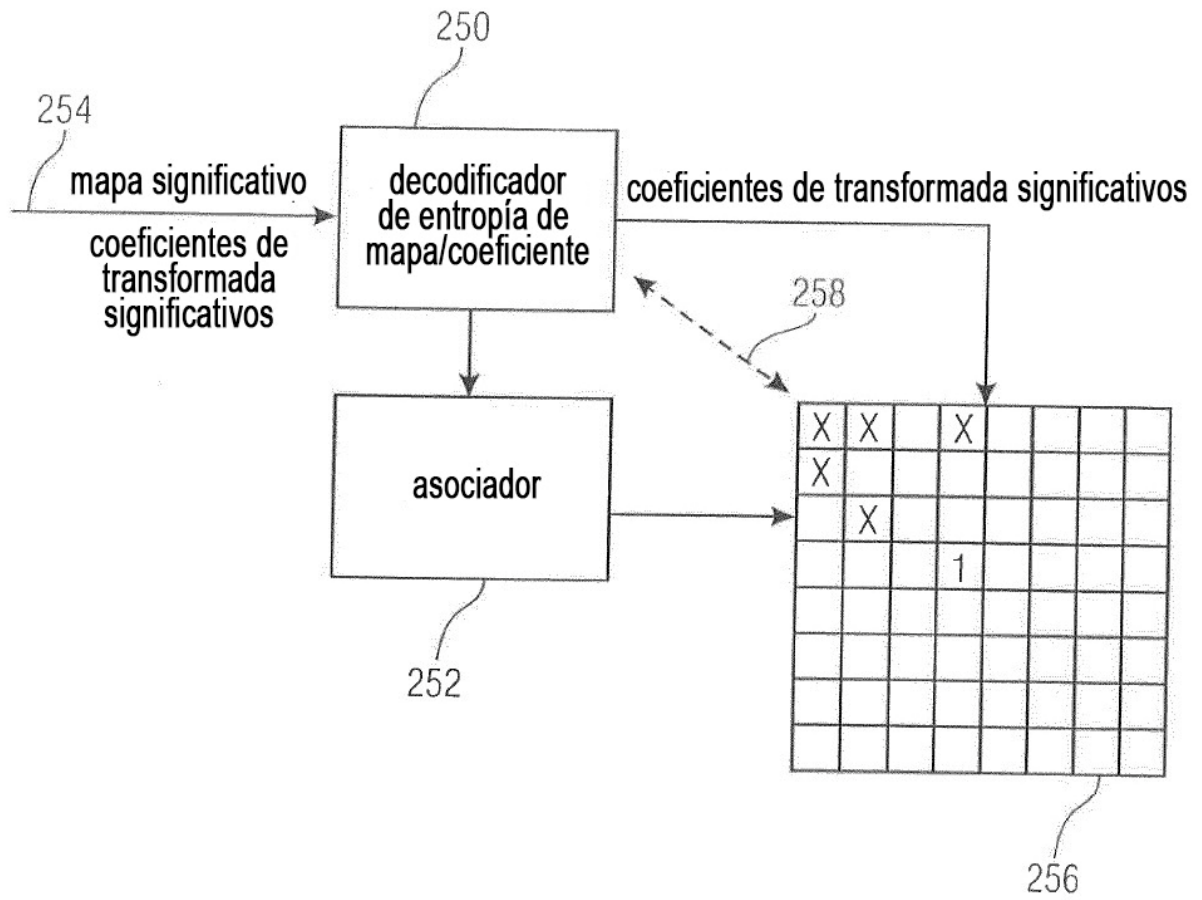
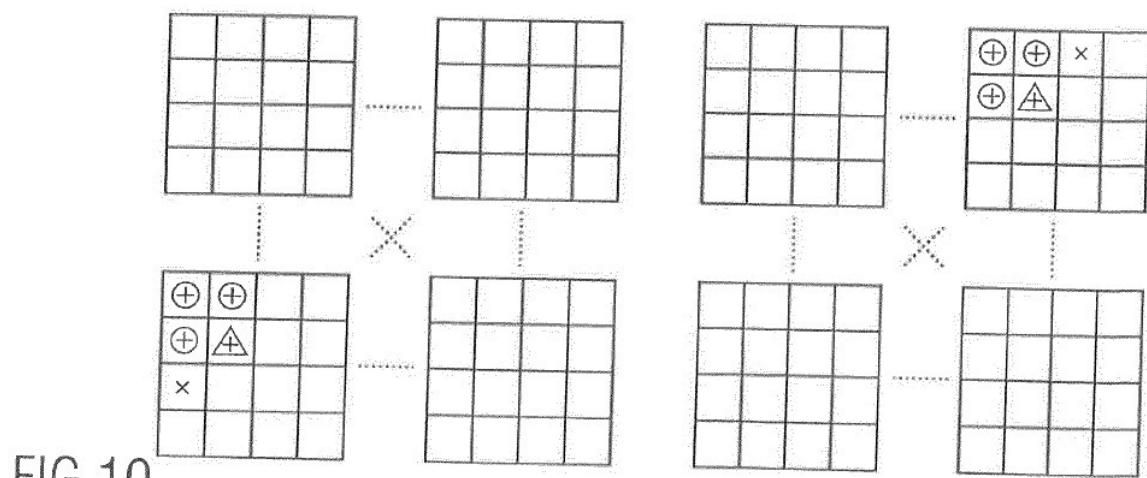
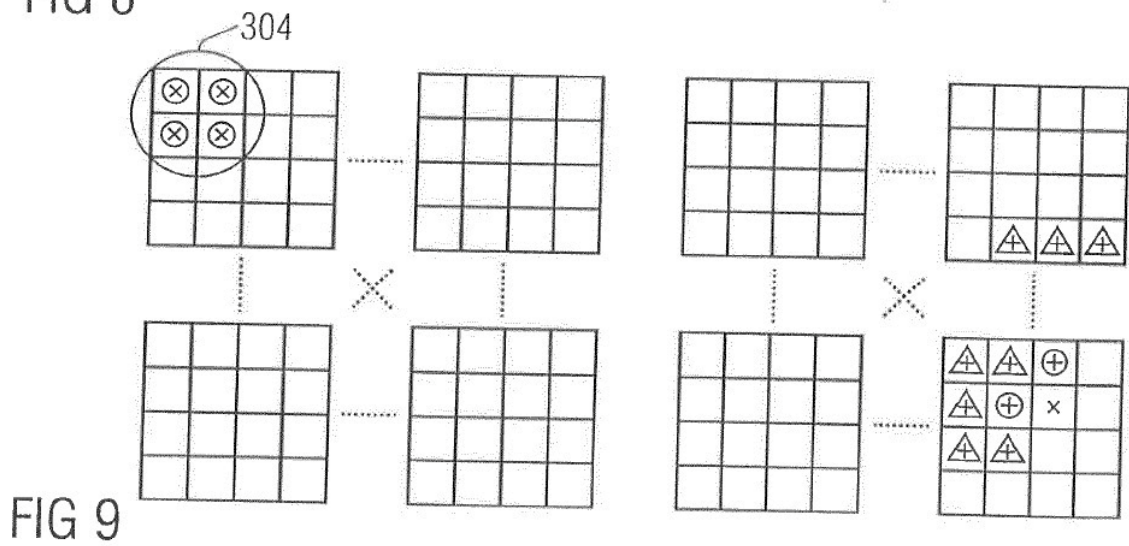
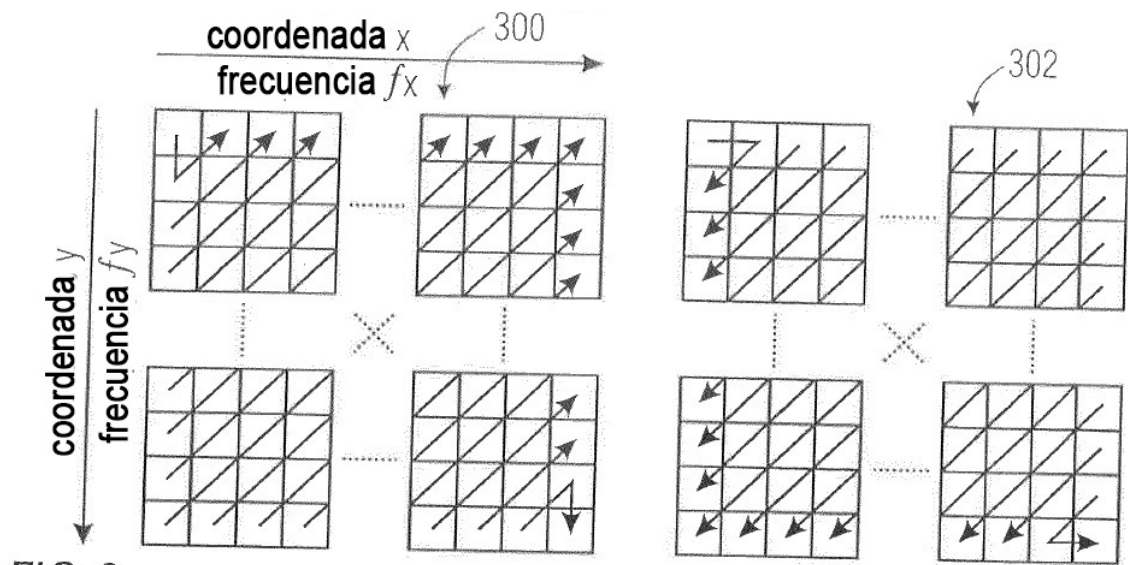


FIG 7



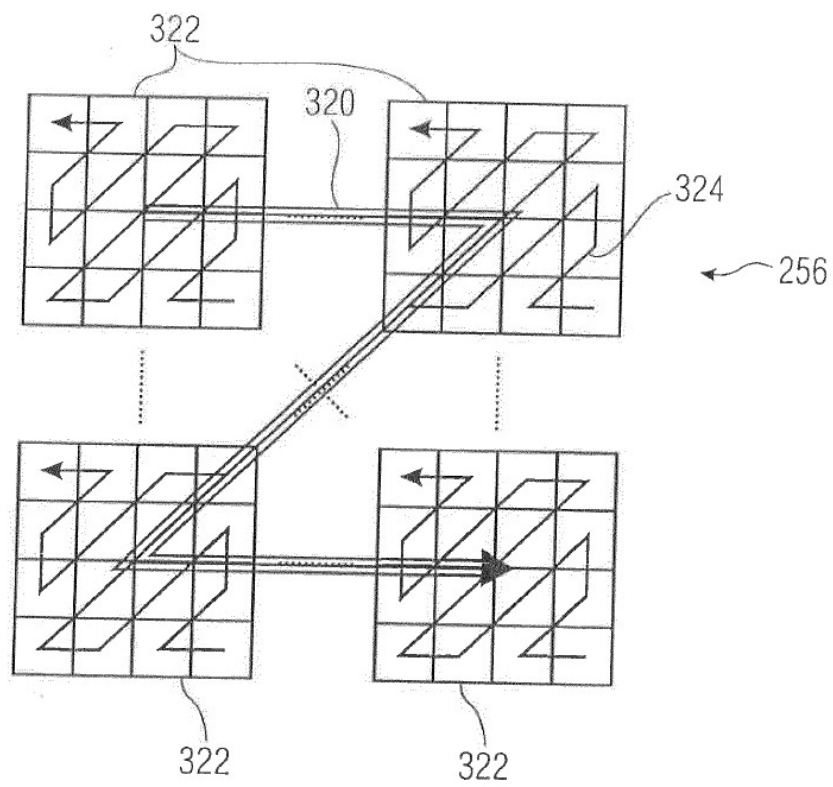


FIG 11