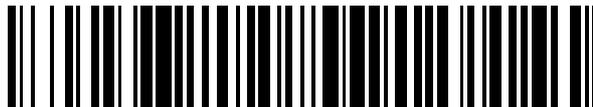


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 821**

51 Int. Cl.:

H04N 19/19 (2014.01)

H04N 19/176 (2014.01)

H04N 19/147 (2014.01)

H04N 19/11 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.01.2014 PCT/US2014/010231**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014 WO14120389**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2014 E 14702664 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2951996**

54 Título: **Simplificación de decisión de modo para predicción intra**

30 Prioridad:

01.02.2013 US 201313756659

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

20.07.2017

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**YU, YANG;
CHIEN, WEI-JUNG;
WANG, XIANGLIN y
KARCZEWICZ, MARTA**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 625 821 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

Simplificación de decisión de modo para predicción intra

5 CAMPO TÉCNICO

Esta divulgación se refiere a la codificación de vídeo y, más particularmente, a aspectos de predicción intra de codificación de vídeo.

10 ANTECEDENTES

Las capacidades de vídeo digital pueden incorporarse a una amplia gama de dispositivos, incluidos televisores digitales, sistemas de difusión directa digital, sistemas de difusión inalámbrica, asistentes digitales personales (PDA), ordenadores portátiles o de escritorio, cámaras digitales, dispositivos de grabación digitales, reproductores de medios digitales, dispositivos de videojuegos, consolas de videojuegos, teléfonos celulares o de radio por satélite, dispositivos de videoconferencia y similares. Los dispositivos de vídeo digitales implementan técnicas de compresión de vídeo, tales como las descritas en las normas definidas por MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263 o ITU-T H.264/MPEG-4, parte 10, codificación avanzada de vídeo (AVC) y ampliaciones de dichas normas, para transmitir y recibir información de vídeo digital de manera más eficiente. El equipo "Joint Collaborative Team – Video Coding", que es una colaboración entre MPEG e ITU-T está elaborando nuevas normas de codificación de vídeo, tales como la norma de codificación de vídeo de alta eficiencia (HEVC). La norma HEVC emergente se denomina a veces H.265, aunque dicha designación no se ha formalizado.

El documento de GOLAM SARWER M *et al.*, titulado "Fast sum of absolute transformed difference based 4x4 intra-mode decision of H.264/AVC video coding standard", publicado en SIGNAL PROCESSING IMAGE COMMUNICATION, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, NL, vol. 23, n.º 8, 1 de septiembre de 2008 (1-9-2008), páginas 571-580, ISSN: 0923-5965 describe un procedimiento para decisión rápida de modo de predicción intra para codificación de vídeo en el que se usan costes aproximados, comparaciones de umbral y cálculos tasa-distorsión a fin de decidir el mejor modo de predicción intra que se va a usar para un bloque actual.

Otro procedimiento para decisión rápida de modo de -predicción intra para codificación de vídeo se encuentra en el documento de ZHANG *et al.* titulado "Fast Intra Prediction for High Efficiency Video Coding" 4 de diciembre de 2012 (4/12/2012), ADVANCES IN MULTIMEDIA INFORMATION PROCESSING PCM 2012, SPRINGER, BERLÍN, HEIDELBERG, BERLÍN, HEIDELBERG, PÁGINA(S) 568 - 577, ISBN: 978-3-642-34777-1 y usa costes aproximados calculados para un primer conjunto predeterminado que consiste en menos modos que el conjunto completo de posibles modos intra y se calculan costes aproximados calculados para otro conjunto que consiste en uno o más "modos de predicción intra más probables" obtenidos a partir de unidades (bloques) de predicción que son contiguos al bloque actual y en el que todos estos costes aproximados se comparan entre sí para determinar un conjunto actual de mejores modos que se usa en un análisis tasa-distorsión.

40 SUMARIO

En general, esta divulgación describe técnicas para reducir la complejidad de la selección de modo al seleccionar a partir de varios modos de predicción diferentes. En general, un codificador de vídeo puede codificar bloques de una imagen mediante codificación de modo intra (por ejemplo, codificarlos con respecto a otros bloques de la misma imagen) o codificación de modo inter (por ejemplo, codificarlos con respecto a unos bloques de una imagen codificada previamente). En algunos ejemplos, un codificador de vídeo puede seleccionar un modo para codificar un bloque dado a partir de un número grande de modos diferentes. El codificador de vídeo puede seleccionar el modo basándose en un valor de coste aproximado correspondiente que representa un valor aproximado de la tasa de distorsión para el modo seleccionado. En lugar de determinar valores de coste aproximados para cada posible modo de predicción, el codificador de vídeo puede reducir el número de modos seleccionando inicialmente un subconjunto de modos que es más probable que proporcionen una baja distorsión y subsiguientemente refinar el subconjunto seleccionado con una búsqueda de modos adicionales que proporcionan baja distorsión.

En un modo de realización, un procedimiento de codificación de datos de vídeo incluye el cálculo de un coste aproximado para cada modo de predicción intra identificado en un conjunto actual de modos de predicción intra que incluye un conjunto predefinido de modos de predicción intra que presenta al menos un modo de predicción intra. El conjunto actual de modos de predicción intra puede incluir menos modos de predicción intra que un número total de modos de predicción intra disponibles para la codificación de un bloque actual de los datos de vídeo. El procedimiento también puede incluir el cálculo de un coste aproximado para uno o más modos de predicción intra más probables para el bloque actual determinados basándose en los modos de predicción intra usados para codificar uno o más bloques contiguos de datos de vídeo adyacentes al bloque actual. El procedimiento puede incluir además la comparación de cada uno de los costes aproximados calculados para el uno o más modos de predicción intra más probables con un umbral. El procedimiento también puede incluir el reemplazo de uno o más de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra por el uno o más modos de predicción intra más probables basándose en las comparaciones. El procedimiento puede incluir además la

realización de un análisis tasa-distorsión con respecto a cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra para determinar un coste tasa-distorsión de para cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra. El procedimiento también puede incluir la realización de una codificación de predicción intra con respecto al bloque actual de acuerdo con uno de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra basándose en los costes tasa-distorsión de determinados para codificar el bloque actual.

En un modo de realización, un dispositivo de codificación de vídeo puede configurarse para realizar un proceso de predicción intra para codificar datos de vídeo, el dispositivo de codificación de vídeo. El dispositivo de codificación de vídeo puede incluir un procesador configurado para calcular un coste aproximado para cada modo de predicción intra identificado en un conjunto actual de modos de predicción intra que incluye un conjunto predefinido de modos de predicción intra que presenta al menos un modo de predicción intra, en el que el conjunto actual de modos de predicción intra incluye menos modos de predicción intra que un número total de modos de predicción intra disponibles para la codificación de un bloque actual de datos de vídeo. El dispositivo de codificación de vídeo puede estar configurado además para calcular un coste aproximado para uno o más modos de predicción intra más probables para el bloque actual determinados basándose en los modos de predicción intra usados para codificar uno o más bloques contiguos de datos de vídeo adyacentes al bloque actual. El dispositivo de codificación de vídeo también puede estar configurado para comparar cada uno de los costes aproximados calculados para el uno o más modos de predicción intra más probables con un umbral. El dispositivo de codificación de vídeo puede estar configurado además para reemplazar uno o más de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra por el uno o más modos de predicción intra más probables basándose en las comparaciones. El dispositivo de codificación de vídeo también puede estar configurado para realizar un análisis tasa-distorsión con respecto a cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra para determinar un coste tasa-distorsión para cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra. El dispositivo de codificación de vídeo puede estar configurado además para realizar una codificación de predicción intra con respecto al bloque actual de acuerdo con uno de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra basándose en los costes de distorsión de tasa determinados para codificar el bloque actual.

En un modo de realización, un dispositivo de codificación de vídeo puede estar configurado para realizar un proceso de predicción intra para codificar datos de vídeo, incluyendo el dispositivo de codificación de vídeo medios para calcular un coste aproximado para cada modo de predicción intra identificado en un conjunto actual de modos de predicción intra que incluye un conjunto predefinido de modos de predicción intra que presenta al menos un modo de predicción intra, en el que el conjunto actual de modos de predicción intra incluye menos modos de predicción intra que un número total de modos de predicción intra disponibles para codificar un bloque actual de los datos de vídeo. El dispositivo de codificación de vídeo puede incluir también medios para calcular un coste aproximado de uno o más modos de predicción intra más probables para el bloque actual determinado basándose en los modos de predicción intra usados para codificar uno o más bloques contiguos de datos de vídeo adyacentes al bloque actual. El dispositivo de codificación de vídeo puede incluir, además, medios para comparar cada uno de los costes aproximados calculados para el uno o más modos de predicción intra más probables con un umbral. El dispositivo de codificación de vídeo puede incluir también medios para reemplazar uno o más de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra por el uno o más modos de predicción intra más probables basándose en las comparaciones. El dispositivo de codificación de vídeo puede incluir además medios para realizar un análisis tasa-distorsión con respecto a cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra para determinar un coste tasa-distorsión para cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra. El dispositivo de codificación de vídeo puede incluir también medios para realizar una codificación de predicción intra con respecto al bloque actual de acuerdo con uno de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra basándose en los costes tasa-distorsión determinados para codificar el bloque actual.

En un modo de realización, unos medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios incluyen instrucciones almacenadas en el mismo que, al ejecutarse, hacen que uno o más procesadores calculen un coste aproximado para cada modo de predicción intra identificados en un conjunto actual de modos de predicción intra que incluye un conjunto predefinido de modos de predicción intra que presenta al menos un modo de predicción intra, en el que el conjunto actual de modos de predicción intra incluye menos modos de predicción intra que un número total de modos de predicción intra disponibles para codificar un bloque actual de los datos de vídeo. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios también pueden incluir instrucciones almacenadas en el mismo que, al ejecutarse, hacen que uno o más procesadores calculen un coste aproximado para uno o más modos de predicción intra más probables para el bloque actual, determinado basándose en unos modos de predicción intra usados para codificar uno o más bloques contiguos de datos de vídeo adyacentes al bloque actual. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios también puede incluir instrucciones almacenadas en el mismo que, al ejecutarse, hacen que uno o más procesadores comparen cada uno de los costes aproximados calculados para el uno o más modos de predicción intra más probables con un umbral. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios también pueden incluir instrucciones almacenadas en el mismo que, al ejecutarse, hacen que uno o más procesadores reemplacen uno o más de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra por el uno o más modos de predicción intra más probables basándose

en las comparaciones. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios también pueden incluir instrucciones almacenadas en el mismo que, al ejecutarse, hacen que uno o más procesadores realicen un análisis tasa-distorsión con respecto a cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra para determinar un coste tasa-distorsión para cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios también puede incluir instrucciones almacenadas en el mismo que, al ejecutarse, hacen que uno o más procesadores realicen una codificación de predicción intra con respecto al bloque actual de acuerdo con uno de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra basándose en los costes tasa-distorsión determinados para codificar el bloque actual.

Los detalles de uno o más ejemplos se exponen en los dibujos adjuntos y en la siguiente descripción. Otras características, objetos y ventajas resultarán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y a partir de las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de sistema de codificación y decodificación de vídeo que se puede configurar para usar las técnicas descritas en esta divulgación a fin de reducir la complejidad de la selección de un modo al seleccionar entre varios modos de predicción diferentes.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de codificador de vídeo que puede implementar técnicas para reducir la complejidad de la selección de un modo al seleccionar entre varios modos de predicción diferentes.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de decodificador de vídeo que puede implementar las técnicas descritas en esta divulgación.

La FIG. 4A es un diagrama de bloques que ilustra una representación conceptual de unos modos de predicción intra que un codificador de vídeo puede seleccionar, de acuerdo con unas técnicas descritas en esta divulgación.

La FIG. 4B es un diagrama de bloques que ilustra una representación conceptual de un bloque actual que se va a codificar mediante predicción intra y unos bloques contiguos, de acuerdo con unas técnicas descritas en esta divulgación.

La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra ejemplos de operaciones de un codificador de vídeo, tal como un codificador de vídeo como el representado en la FIG. 2, que reducen la complejidad de la selección de un modo al seleccionar entre varios modos de predicción diferentes.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo que ilustra ejemplos de operaciones de un codificador de vídeo, tal como un codificador de vídeo como el representado en la FIG. 2, para construir inicialmente un conjunto actual de modos de predicción intra, de acuerdo con unas técnicas de la divulgación.

La FIG. 7A es un diagrama de flujo que ilustra ejemplos de operaciones de un codificador de vídeo, tal como un codificador de vídeo como el representado en la FIG. 2, para postprocesar el conjunto actual de modos de predicción intra.

La FIG. 7B es un diagrama de flujo que ilustra ejemplos de operaciones de un codificador de vídeo, tal como un codificador de vídeo como el representado en la FIG. 2, para postprocesar el conjunto actual de modos de predicción intra.

La FIG. 8 es un diagrama de flujo que ilustra ejemplos de operaciones de un codificador de vídeo, tal como un codificador de vídeo representado en la FIG. 2, para refinar un conjunto actual de modos de predicción intra.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En esta divulgación se describen técnicas que pueden permitir a un codificador de vídeo, tal como un codificador de vídeo, reducir la complejidad de la selección de un modo al seleccionar entre varios modos de predicción diferentes. En general, los datos de vídeo codificados pueden incluir datos de predicción y datos residuales. Por ejemplo, un codificador de vídeo puede generar datos de predicción durante un modo de predicción intra o un modo de predicción inter. La predicción intra, por ejemplo, en general implica predecir los valores de píxeles de un bloque de una imagen en relación con unas muestras de referencia de unos bloques contiguos previamente codificados de la misma imagen, donde el bloque codificado previamente seleccionado puede denominarse bloque de referencia. La predicción intra también puede denominarse predicción espacial debido a que el bloque de referencia seleccionado es de la misma imagen que el bloque que se va a predecir. La predicción inter típicamente implica predecir los valores de píxel del bloque de una imagen en relación con una o más muestras de referencia de imágenes eliminadas temporalmente. Por esta razón, la predicción inter puede denominarse predicción temporal debido a que

los bloques de referencia seleccionados son de imágenes diferentes (y por tanto eliminadas temporalmente) a la imagen que presenta el bloque que se va a predecir.

Al realizar una predicción intra, el codificador de vídeo puede seleccionar entre varios modos diferentes de predicción intra. Al realizar una predicción intra, el codificador de vídeo a menudo analiza un coste aproximado asociado con cada uno de los 35 modos de predicción intra. Este coste aproximado puede aproximarse a un coste tasa-distorsión completo. El cálculo de un coste tasa-distorsión completo requiere típicamente que el codificador de vídeo calcule un bloque predicho usando cada uno de los modos de predicción intra. El codificador de vídeo determina a continuación una diferencia entre cada uno de los bloques predichos y el bloque actual (que se denomina comúnmente "bloque residual" y especifica los valores de píxeles residuales a los que se ha hecho referencia anteriormente) y transforma cada uno de los bloques residuales del dominio espacial al dominio de la frecuencia. A continuación, el codificador de vídeo puede cuantificar cada uno de los bloques residuales transformados para generar un bloque de vídeo codificado correspondiente. Por último, el codificador de vídeo puede decodificar el bloque de vídeo codificado, comparando cada uno de los bloques de vídeo decodificados con el bloque actual para determinar una métrica de distorsión. Además, este análisis tasa-distorsión completo implica el cálculo, para cada uno de los modos de predicción intra, de la cantidad de bits usados para indicar cada uno de los bloques de vídeo codificados. Por tanto, el codificador de vídeo puede calcular un coste aproximado en lugar de realizar este análisis tasa-distorsión para cada uno de los bloques predichos mediante uno correspondiente de los 35 modos de predicción intra.

En algunos ejemplos, el codificador de vídeo puede calcular un coste aproximado para cada uno de los bloques predichos para cada uno de los modos de predicción intra. Por ejemplo, el codificador de vídeo puede calcular inicialmente 35 costes aproximados correspondientes a cada uno de los 35 modos de predicción intra. El codificador de vídeo puede realizar a continuación un análisis tasa-distorsión completo para algún subconjunto de modos de predicción intra ya que el coste aproximado puede aproximarse de forma incorrecta a un coste tasa-distorsión en ciertas circunstancias.

Aunque la simplificación anterior mediante un subconjunto puede reducir la cantidad de cálculos requeridos en comparación con la búsqueda por fuerza bruta, dichas técnicas en general todavía pueden requerir 35 cálculos de los costes aproximados correspondientes a cada uno de los 35 modos de predicción intra. Si bien dichas técnicas pueden reducir el número de veces que el codificador de vídeo realiza el análisis tasa-distorsión completo de alta carga computacional, este proceso puede no ser muy adecuado para la codificación en tiempo real o codificación casi en tiempo real de datos de vídeo, dada la complejidad y el tiempo requerido para calcular los costes aproximados para cada uno de los 35 modos. En algunos entornos de codificación de vídeo en tiempo real, los requisitos de procesamiento para calcular costes aproximados para todos los modos posibles podrán superar las limitaciones de diseño.

De acuerdo con las técnicas descritas en esta divulgación, un codificador de vídeo puede reducir el número de modos en que se realiza el análisis tasa-distorsión aproximado, y en algunos casos completo, reduciendo de ese modo potencialmente el tiempo y la complejidad asociados con la realización de un proceso de predicción intra. Al reducir el tiempo y la complejidad asociados con la realización del proceso de predicción intra, el codificador de vídeo puede realizar una codificación de vídeo en tiempo real o codificación de vídeo casi en tiempo real.

En funcionamiento, el codificador de vídeo puede calcular un coste aproximado para cada modo de predicción intra identificado en un conjunto predefinido de modos de predicción intra que incluye al menos un modo de predicción intra, pero menos de un número total de modos de predicción intra disponibles para codificar un bloque actual de datos de vídeo. A menudo, este conjunto predefinido incluye los modos que se observa que tienen más probabilidades estadísticas de ser utilizados cuando se realiza una predicción intra. En algunos casos, este conjunto predefinido puede ser fijo. En un ejemplo, este conjunto predefinido incluye los modos 0, 1 y 26. Este conjunto predefinido puede, en este punto, comprender un conjunto actual de modos de predicción intra para el bloque actual. En algunos casos, el conjunto predefinido puede estar formado por un modo plano, unos modos más probables y unos modos angulares muestreados con un desplazamiento de muestreo.

El codificador de vídeo puede a continuación buscar modos de predicción intra adicionales en un proceso de refinamiento, añadiendo modos de predicción intra adicionales al conjunto actual de modos de predicción intra. En algunos ejemplos, esta búsqueda puede asemejarse a una búsqueda binaria, que comienza por el modo del conjunto predefinido de modos de predicción intra que presenta el coste aproximado calculado relativo más bajo entre los costes aproximados calculados para cada modo identificado en el conjunto predefinido de modos de predicción intra.

Para ilustrar, el modo 26 puede presentar el coste aproximado más bajo en el ejemplo actual. En este supuesto, la búsqueda binaria puede comenzar por el modo 26, en el que el valor del modo, es decir, 26, se reduce y aumenta en un cierto desplazamiento F para llegar a $26 + F$ y $26 - F$. El codificador de vídeo puede entonces calcular los costes aproximados para cada uno de los modos $26 + F$ y $26 - F$ y selecciona el modo con los costes aproximados más bajos entre los modos 26 , $26 + F$ y $26 - F$. El codificador de vídeo puede entonces reemplazar un modo del conjunto actual basándose en esta comparación, por ejemplo, reemplazando el modo 26 del conjunto actual por el modo

seleccionado que presenta los costes aproximados más bajos entre los modos 26 , $26 + F$ y $26 - F$.

A continuación la búsqueda se repite de esta manera, reduciendo a la mitad F hasta $F/2$, volviendo a centrar la búsqueda en el modo 26 (si ni el modo $26 + F$ ni el modo $26 - F$ tuvieron un coste aproximado inferior al modo 26), el modo $26 + F$ (si el modo $26 + F$ se añadió al conjunto actual) o el modo $26 - F$ (si el modo $26 - F$ se añadió al conjunto actual). El proceso de búsqueda continúa hasta que F se divide en un número fraccionario (suponiendo que F comienza como un valor que es una potencia de dos). Así pues, si F se establece en 4 , por ejemplo, el proceso se repite una vez con $F = 4$, una vez con $F = 2$, una vez con $F = 1$ y a continuación termina cuando $F = 0,5$.

De esta manera, el codificador de vídeo puede buscar modos de predicción intra adicionales basándose en los costes aproximados calculados para los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra. El codificador de vídeo puede a continuación calcular los costes aproximados para cada uno de los modos de predicción intra adicionales, añadiendo los modos de predicción intra adicionales al conjunto actual de modos de predicción intra basándose en una comparación de los costes aproximados calculados para cada uno de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra y los costes aproximados calculados para los modos de predicción intra adicionales. En consecuencia, las técnicas de la presente divulgación pueden simplificar la decisión de un modo en la predicción intra y al mismo tiempo permiten no reducir significativamente la precisión de predicción, y evitar la pérdida significativa de la eficacia de codificación. Las técnicas propuestas pueden, en algunos ejemplos, reducir el número de cálculos de costes aproximados y el número de cálculos de costes tasa-distorsión completos en más de la mitad.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de sistema de codificación y decodificación de vídeo que se puede configurar para usar las técnicas descritas en esta divulgación a fin de reducir la complejidad de la selección de un modo al seleccionar entre varios modos de predicción diferentes. Como se representa en el ejemplo de la FIG. 1, el sistema 10 incluye un dispositivo de origen 12 que genera vídeo codificado para su decodificación por un dispositivo de destino 14. El dispositivo de origen 12 puede transmitir el vídeo codificado a un dispositivo de destino 14 a través de un canal de comunicación 16 o puede almacenar el vídeo codificado en unos medios de almacenamiento 34 o un servidor de archivos 36, de forma que el dispositivo de destino 14 pueda acceder al vídeo codificado como desee. El dispositivo de origen 12 y el dispositivo de destino 14 pueden comprender cualquiera de una amplia gama de dispositivos, incluidos ordenadores de sobremesa, ordenadores portátiles, tabletas, decodificadores, aparatos telefónicos (incluidos los teléfonos celulares o teléfonos móviles y los denominados teléfonos inteligentes), televisores, cámaras, dispositivos de visualización, reproductores de medios digitales, consolas de videojuegos o similares.

En muchos casos, dichos dispositivos pueden estar equipados para la comunicación inalámbrica. En consecuencia, el canal de comunicación 16 puede comprender un canal inalámbrico. De forma alternativa, el canal de comunicación 16 puede comprender un canal alámbrico, una combinación de canales inalámbricos y alámbricos o cualquier otro tipo de canal de comunicación o una combinación de canales de comunicación adecuados para la transmisión de datos de vídeo codificados, tal como un espectro de radiofrecuencia (RF) o una o más líneas de transmisión físicas. En algunos ejemplos, el canal de comunicación 16 puede formar parte de una red basada en paquetes, tal como una red de área local (LAN), una red de área extensa (WAN) o una red global tal como Internet. Por tanto, el canal de comunicación 16 representa en general cualquier medio de comunicación, o conjunto de diferentes medios de comunicación, adecuado para transmitir datos de vídeo desde el dispositivo de origen 12 hasta el dispositivo de destino 14, incluida cualquier combinación adecuada de medios alámbricos o inalámbricos. El canal de comunicación 16 puede incluir encaminadores, conmutadores, estaciones base o cualquier otro equipo que pueda ser útil para facilitar la comunicación desde el dispositivo de origen 12 al dispositivo de destino 14.

Como se ilustra además en el ejemplo de la FIG. 1, el dispositivo de origen 12 incluye una fuente de vídeo 18, un codificador de vídeo 20, un modulador/desmodulador 22 ("módem 22") y un transmisor 24. En el dispositivo de origen 12, la fuente de vídeo 18 puede incluir una fuente tal como un dispositivo de captura de vídeo. El dispositivo de captura de vídeo, por ejemplo, puede incluir uno o más de una videocámara, un archivo de vídeo que contiene vídeo previamente capturado, una interfaz de entrada de vídeo para recibir vídeo desde un proveedor de contenido de vídeo y/o un sistema de gráficos de ordenador para generar datos de gráficos de ordenador como el vídeo de origen. En un ejemplo, si el origen de vídeo 18 es una videocámara, el dispositivo de origen 12 y el dispositivo de destino 14 pueden formar los denominados teléfonos con cámara o videoteléfonos. Las técnicas descritas en esta divulgación, sin embargo, no se limitan a aplicaciones o configuraciones inalámbricas, sino que pueden aplicarse a dispositivos no inalámbricos que incluyen capacidades de codificación y/o decodificación de vídeo. El dispositivo de fuente 12 y el dispositivo de destino 14 son, por tanto, simples ejemplos de dispositivos de codificación que pueden admitir las técnicas descritas en el presente documento.

El codificador de vídeo 20 puede codificar el vídeo capturado, precapturado o generado por ordenador. Una vez codificado, el codificador de vídeo 20 puede transmitir este vídeo codificado al módem 22. El módem 22 puede entonces modular el vídeo codificado de acuerdo con una norma de comunicación, tal como un protocolo de comunicación inalámbrica, después de lo cual el transmisor 24 puede transmitir los datos de vídeo codificados modulados al dispositivo de destino 14. El módem 22 puede incluir varios mezcladores, filtros, amplificadores u otros componentes diseñados para la modulación de señales. El transmisor 24 puede incluir circuitos diseñados para

transmitir datos, incluidos amplificadores, filtros y una o más antenas.

El vídeo capturado, precapturado o generado por ordenador que se codifica mediante el codificador de vídeo 20 también puede almacenarse en unos medios de almacenamiento 34 o un servidor de archivos 36 para una recuperación, decodificación o consumo posterior. Los medios de almacenamiento 34 pueden incluir discos Blu-ray, DVD, CD-ROM, memoria flash o cualquier otro medio de almacenamiento digital adecuado para el almacenamiento de vídeo codificado. El dispositivo de destino 14 puede acceder al vídeo codificado almacenado en los medios de almacenamiento 34 o el servidor de archivos 36, decodificar este vídeo codificado para generar vídeo decodificado y reproducir este vídeo decodificado.

El servidor de archivos 36 puede ser cualquier tipo de servidor capaz de almacenar vídeo codificado y transmitir ese vídeo codificado al dispositivo de destino 14. Entre los ejemplos de servidores de archivos se incluyen un servidor web (por ejemplo, para un sitio web), un servidor FTP, unos dispositivos de almacenamiento en red (NAS), una unidad de disco local o cualquier otro tipo de dispositivo capaz de almacenar datos de vídeo codificado y transmitirlo a un dispositivo de destino. La transmisión de datos de vídeo codificado desde el servidor de archivos 36 puede ser una transmisión en continuo, una transmisión de descarga o una combinación de ambas. El dispositivo de destino 14 puede acceder al servidor de archivos 36 de acuerdo con cualquier conexión de datos estándar, incluida una conexión a Internet. Esta conexión puede incluir un canal inalámbrico (por ejemplo, una conexión wifi o una conexión de datos celular inalámbrica), una conexión alámbrica (por ejemplo, DSL, módem de cable, etc.), o una combinación de canales alámbricos e inalámbricos o cualquier otro tipo de canal de comunicación adecuado para acceder a datos de vídeo codificados almacenados en un servidor de archivos.

El dispositivo de destino 14, en el ejemplo de la FIG. 1 incluye un receptor 26, un módem 28, un decodificador de vídeo 30 y un dispositivo de visualización 32. El receptor 26 del dispositivo de destino 14 recibe información a través del canal 16, y el módem 28 desmodula la información, para producir un flujo de bits desmodulado para el decodificador de vídeo 30. La información comunicada a través del canal 16 puede incluir una variedad de información sintáctica generada por el codificador de vídeo 20 para su uso por el decodificador de vídeo 30 en la decodificación de los datos de vídeo codificados asociados. Dicha sintaxis también puede incluirse con los datos de vídeo codificado, almacenados en los medios de almacenamiento 34 o el servidor de archivos 36. Tanto el codificador de vídeo 20 como el decodificador de vídeo 30 pueden formar parte de un respectivo codificador-decodificador (CÓDEC) que es capaz de codificar o decodificar datos de vídeo.

El dispositivo de visualización 32 del dispositivo de destino 14 representa cualquier tipo de pantalla capaz de presentar datos de vídeo para el consumo por un espectador. Aunque se representa integrado con el dispositivo de destino 14, el dispositivo de visualización 32 puede estar integrado con, o ser externo a, el dispositivo de destino 14. En algunos ejemplos, el dispositivo de destino 14 puede incluir un dispositivo de visualización integrado y también estar configurado para interconectarse con un dispositivo de visualización externo. En otros ejemplos, el dispositivo de destino 14 puede ser un dispositivo de visualización. En general, el dispositivo de visualización 32 visualiza los datos de vídeo decodificado a un usuario, y puede comprender cualquiera entre una variedad de dispositivos de visualización, tales como una pantalla de cristal líquido (LCD), una pantalla de plasma, una pantalla de diodos orgánicos emisores de luz (OLED) u otro tipo de dispositivo de visualización.

El codificador de vídeo 20 y el decodificador de vídeo 30 pueden funcionar de acuerdo con una norma de compresión de vídeo, tal como la norma de codificación de vídeo de alta eficacia (HEVC), actualmente en fase de elaboración, y pueden ajustarse al modelo de prueba HEVC (HM). De forma alternativa, el codificador de vídeo 20 y el decodificador de vídeo 30 pueden funcionar de acuerdo con otras normas privadas o industriales, tales como la norma ITU-T H.264, también denominada MPEG 4, Parte 10, codificación de vídeo avanzada (AVC), o ampliaciones de dichas normas. Sin embargo, las técnicas de esta divulgación no están limitadas a ninguna norma de codificación particular. Otros ejemplos de normas de compresión de vídeo incluyen MPEG-2 e ITU-T H.263.

Aunque no se representa en la FIG. 1, en algunos aspectos, el codificador de vídeo 20 y el decodificador de vídeo 30 pueden estar integrados con un codificador y decodificador de audio, y pueden incluir unidades adecuadas MUX-DEMUX, u otro tipo de hardware y software, para ocuparse de la codificación, tanto de audio como de vídeo, en un flujo de datos común o en flujos de datos diferentes. Si procede, en algunos ejemplos, las unidades MUX-DEMUX pueden ajustarse al protocolo de multiplexado ITU H.223 o a otros protocolos, tales como el protocolo de datagramas de usuario (UDP).

El codificador de vídeo 20 y el decodificador de vídeo 30 pueden implementarse como cualquiera de entre una variedad de circuitos codificadores adecuados, tales como uno o más microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), matrices de puertas programables *in situ* (FPGA), lógica discreta, software, hardware, firmware o cualquier combinación de estos. Cuando las técnicas se implementan parcialmente en software, un dispositivo puede almacenar instrucciones para el software en unos medios legibles por ordenador no transitorios adecuados, y ejecutar las instrucciones en hardware mediante uno o más procesadores para realizar las técnicas de esta divulgación. Tanto el codificador de vídeo 20 como el decodificador de vídeo 30 pueden estar incluidos en uno o más codificadores o decodificadores, donde cualquiera de ambos puede estar integrado como parte de un codificador/decodificador combinado (CÓDEC) en un dispositivo

respectivo.

El equipo JCT-VC está trabajando en la elaboración de la norma HEVC. Las actividades de normalización de la HEVC se basan en un modelo en evolución de un dispositivo de codificación de vídeo denominado modelo de prueba HEVC (HM). El HM supone varias capacidades adicionales de los dispositivos de codificación de vídeo respecto a dispositivos existentes de acuerdo con, por ejemplo, la ITU-T H.264/AVC. Por ejemplo, mientras que la norma H.264 proporciona nueve modos de codificación de predicción intra, el HM puede proporcionar hasta treinta y cinco modos de codificación de predicción intra.

En general, el modelo de funcionamiento del HM describe que una trama o imagen de vídeo puede dividirse en una secuencia de bloques de árbol, o unidades de codificación de mayor tamaño (LCU), que incluyen muestras tanto de luma como de croma. Un bloque de árbol tiene un fin similar al de un macrobloque de la norma H.264. Un segmento incluye un número de bloques de árbol consecutivos en orden de codificación. Una trama o imagen de vídeo puede dividirse en uno o más segmentos. Cada bloque de árbol puede separarse en unidades de codificación (CU) de acuerdo con un árbol cuaternario. Por ejemplo, un bloque de árbol, como un nodo raíz del árbol cuaternario, puede separarse en cuatro nodos hijo, y cada nodo hijo puede a su vez ser un nodo padre y dividirse en otros cuatro nodos hijo. Un nodo hijo final, no separado, como un nodo hoja del árbol cuaternario, comprende un nodo de codificación, es decir, un bloque de vídeo codificado. Los datos sintácticos asociados a un flujo de bits codificado pueden definir un número máximo de veces que puede separarse un bloque de árbol, y también pueden definir un tamaño mínimo de los nodos de codificación.

Una CU incluye un nodo de codificación y unas unidades de predicción (PU) y unidades de transformada (TU) asociadas al nodo de codificación. Un tamaño de la CU corresponde a un tamaño del nodo de codificación, y debe ser de forma cuadrada. El tamaño de la CU puede variar desde 8 x 8 píxeles hasta el tamaño del bloque de árbol, con un máximo de 64 x 64 píxeles o más. Cada CU puede contener una o más PU y una o más TU. Los datos sintácticos asociados a una CU pueden describir, por ejemplo, la división de la CU en una o más PU. Los modos de división pueden diferir dependiendo de si la CU está codificada en modo de salto o directo, codificada en modo de predicción intra o codificada en modo de predicción inter. Las PU pueden dividirse para no tener forma cuadrada. Los datos sintácticos asociados a una CU también pueden describir, por ejemplo, la división de la CU en una o más TU de acuerdo con un árbol cuaternario. Una TU puede tener forma cuadrada o no cuadrada.

La norma HEVC admite transformaciones de acuerdo con las TU, que pueden ser diferentes para diferentes CU. El tamaño de las TU típicamente se basa en el tamaño de las PU de una CU dada definida para una LCU dividida, aunque puede que no siempre sea así. Las TU presentan típicamente el mismo tamaño o un tamaño más pequeño que las PU. En algunos ejemplos, las muestras residuales correspondientes a una CU pueden subdividirse en unidades más pequeñas mediante una estructura de árbol cuaternario conocida como "árbol cuaternario residual" (RQT). Los nodos hoja del RQT pueden denominarse unidades de transformada (TU). Los valores de diferencias de píxeles asociados a las TU pueden transformarse para generar coeficientes de transformada, que pueden cuantificarse.

En general, una PU incluye datos relacionados con el proceso de predicción. Por ejemplo, cuando la PU está codificada en modo intra, la PU puede incluir datos que describen un modo de predicción intra para la PU. En otro ejemplo, cuando la PU está codificada en modo inter, la PU puede incluir datos que definen uno o más vectores de movimiento para la PU. Los datos que definen el vector de movimiento para una PU pueden describir, por ejemplo, un componente horizontal del vector de movimiento, un componente vertical del vector de movimiento, una resolución para el vector de movimiento (por ejemplo, precisión de un cuarto de píxel o precisión de un octavo de píxel), una imagen de referencia a la que apunta el vector de movimiento, una dirección de predicción (ya sea bipredicción o unipredicción) y/o una lista de imágenes de referencia (por ejemplo, lista 0, lista 1 o lista C) para el vector de movimiento.

En general, se usa una TU para los procesos de transformada y cuantificación. Una CU dada que presenta una o más PU también puede incluir una o más unidades de transformada (TU). Tras la predicción, el codificador de vídeo puede calcular valores residuales correspondientes a la PU. Los valores residuales comprenden valores de diferencias de píxeles que se pueden transformar en coeficientes de transformada, cuantificar y explorar mediante las TU, para generar coeficientes de transformada en serie para la codificación de entropía. Esta divulgación usa típicamente el término "bloque de vídeo" para referirse a un nodo de codificación de una CU. En algunos casos específicos, esta divulgación también puede usar el término "bloque de vídeo" para referirse a un bloque de árbol, es decir, una LCU o una CU, que incluye un nodo de codificación y unas PU y TU.

Una secuencia de vídeo incluye típicamente una serie de tramas o imágenes de vídeo. Un grupo de imágenes (GOP) comprende en general una serie de una o más de las imágenes de vídeo. Un GOP puede incluir datos sintácticos en una cabecera del GOP, en una cabecera de una o más de las imágenes o en otras ubicaciones, que describen un número de imágenes incluidas en el GOP. Cada segmento de una imagen puede incluir datos sintácticos de segmento que describen un modo de codificación para el segmento respectivo. Un codificador de vídeo actúa típicamente sobre bloques de vídeo de segmentos de vídeo individuales, con el fin de codificar los datos de vídeo. Un bloque de vídeo puede corresponder a un nodo de codificación de una CU. Los bloques de vídeo

pueden presentar tamaños fijos o variables y pueden diferir en tamaño de acuerdo con una norma de codificación especificada.

5 En un ejemplo, el HM admite la predicción en diversos tamaños de PU. Suponiendo que el tamaño de una CU particular sea $2N \times 2N$, el HM admite la predicción intra en tamaños de PU de $2N \times 2N$ o $N \times N$, y la predicción intra en tamaños de PU simétricos de $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$ o $N \times N$. El HM también admite la división asimétrica para la predicción inter en tamaños de PU de $2N \times nU$, $2N \times nD$, $nL \times 2N$ y $nR \times 2N$. En la división asimétrica, una dirección de una CU no está dividida, mientras que la otra dirección está dividida en 25 % y 75 %. La parte de la CU correspondiente a la división de 25 % está indicada por una "n" seguida de una indicación "arriba", "abajo", "izquierda" o "derecha". Así, por ejemplo, " $2N \times nU$ " se refiere a una CU $2N \times 2N$ que está dividida horizontalmente con una PU $2N \times 0,5N$ encima y una PU $2N \times 1,5N$ debajo.

15 En esta divulgación, " $N \times N$ " y " N por N " pueden usarse indistintamente para hacer referencia a las dimensiones de píxeles de un bloque vídeo en términos de dimensiones verticales y horizontales, por ejemplo, 16×16 píxeles o 16 por 16 píxeles. En general, un bloque 16×16 tendrá 16 píxeles en una dirección vertical ($y = 16$) y 16 píxeles en una dirección horizontal ($x = 16$). Asimismo, un bloque de tamaño $N \times N$ presenta en general N píxeles en una dirección vertical y N píxeles en una dirección horizontal, donde N representa un valor entero no negativo. Los píxeles en un bloque pueden estar dispuestos en filas y columnas. Además, los bloques no necesitan presentar necesariamente el mismo número de píxeles en la dirección horizontal y en la dirección vertical. Por ejemplo, los bloques pueden comprender $N \times M$ píxeles, donde M no es necesariamente igual a N .

20 Tras la codificación de predicción intra o predicción inter mediante las PU de una CU, el codificador de vídeo 20 puede calcular datos residuales para las TU de la CU. Las PU pueden comprender datos de píxeles en el dominio espacial (también denominado dominio de píxeles) y las TU pueden comprender coeficientes en el dominio transformado tras la aplicación de una transformada, por ejemplo, una transformada de coseno discreta (DCT), una transformada entera, una transformada de wavelet o una transformada similar desde un punto de vista conceptual a los datos de vídeo residuales. Los datos residuales pueden corresponder a diferencias de píxeles entre píxeles de la imagen no codificada y valores de predicción correspondientes a las PU. El codificador de vídeo 20 puede formar las TU incluyendo los datos residuales para la CU, y a continuación transformar las TU para generar coeficientes de transformada para la CU.

25 Tras cualquier transformada para generar coeficientes de transformada, el codificador de vídeo 20 puede realizar la cuantificación de los coeficientes de transformada. La cuantificación se refiere en general a un proceso en el que los coeficientes de transformada se cuantifican para reducir posiblemente la cantidad de datos usados para representar los coeficientes, proporcionando una compresión adicional. El proceso de cuantificación puede reducir la profundidad de bits asociada a algunos o la totalidad de los coeficientes. Por ejemplo, un valor de n bits puede redondearse a la baja hasta un valor de m bits durante la cuantificación, donde n es mayor que m .

35 En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede usar un orden de exploración predefinido para explorar los coeficientes de transformada cuantificados para generar un vector en serie que pueda someterse a codificación de entropía. En otros ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede realizar una exploración adaptativa. Después de explorar los coeficientes de transformada cuantificados para formar un vector unidimensional, el codificador de vídeo 20 puede realizar la codificación de entropía del vector unidimensional, por ejemplo, de acuerdo con la codificación de longitud variable adaptativa según el contexto (CAVLC), la codificación aritmética binaria adaptativa según el contexto (CABAC), la codificación aritmética binaria adaptativa según el contexto basada en la sintaxis (SBAC), la codificación de entropía por división de intervalos de probabilidad (PIPE) u otros procedimientos de codificación de entropía. El codificador de vídeo 20 también puede realizar la codificación de entropía de elementos sintácticos asociados a los datos de vídeo codificados para su uso por el decodificador de vídeo 30 en la decodificación de los datos de vídeo.

40 Para realizar la CABAC, el codificador de vídeo 20 puede asignar un contexto de un modelo contextual a un símbolo que se va a transmitir. El contexto puede referirse, por ejemplo, a si los valores contiguos del símbolo son distintos de cero o no. Para realizar la CAVLC, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar un código de longitud variable para un símbolo que se va a transmitir. Las palabras de código en la VLC pueden construirse de forma que los códigos relativamente más cortos correspondan a símbolos más probables, mientras que los códigos más largos correspondan a símbolos menos probables. De esta manera, el uso de la VLC puede permitir un ahorro en bits con respecto, por ejemplo, al uso de palabras de código de igual longitud para cada símbolo que se va a transmitir. La determinación de la probabilidad puede basarse en un contexto asignado al símbolo.

45 Como se ha descrito previamente, cuando se selecciona un modo para predicción intra, algunos procesos pueden requerir cálculos de los costes aproximados correspondientes a cada modo de predicción intra posible. Mientras que algunos procesos pueden reducir el número de veces que el codificador de vídeo realiza el análisis tasa-distorsión completo de alta carga computacional, este proceso puede no ser muy adecuado para la codificación en tiempo real o casi en tiempo real de codificación de datos de vídeo, dada la complejidad y el tiempo requerido para calcular los costes aproximados para cada uno de los posibles modos de predicción intra.

De acuerdo con las técnicas de la divulgación, el codificador de vídeo 20 puede implementar técnicas de decisión rápida de modo para la predicción intra. El codificador de vídeo 20 puede construir inicialmente un conjunto actual de modos preliminares mediante un muestreo uniforme de todos los posibles modos de predicción intra y el filtrado y la inclusión de uno o más modos de predicción en una lista de corte. El codificador de vídeo 20 puede a continuación realizar una búsqueda refinada en los modos del conjunto actual. Por último, el codificador de vídeo 20 puede reemplazar el modo no más probable del conjunto actual por el coste aproximado más grande con un modo más probable asociado con el coste aproximado más bajo basándose en la relación de los respectivos costes aproximados del modo más probable y el modo no más probable. Dichas técnicas de la divulgación pueden reducir el número de cálculos de costes aproximados, en algunos ejemplos, a menos de 17 y el número de cálculos de costes tasa-distorsión completos a 3 (para un tamaño de PU de 4x4 y 8x8) y 2 (para un tamaño de PU superior a 8x8).

En un ejemplo, el codificador de vídeo 20 determina inicialmente un conjunto de modos de predicción predefinidos que pueden tener más probabilidades estadísticas de usarse al realizar predicción intra. El codificador de vídeo 20 puede a continuación refinar el subconjunto buscando modos de predicción intra adicionales que proporcionan costes aproximados, por ejemplo, buscando modos de predicción intra adicionales basándose en los costes aproximados calculados para los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra. Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede identificar un modo de predicción intra en la búsqueda que proporciona costes aproximados inferiores. Basándose en un coste de distorsión aproximado asociado con el modo de predicción intra identificado, el codificador de vídeo 20 puede añadir el modo identificado a un conjunto actual (que incluye los modos de predicción predefinidos) y/o reemplazar un modo predefinido en el subconjunto por el modo identificado.

De esta manera, el codificador de vídeo 20 puede refinar el conjunto actual de modos de predicción para incluir modos que ofrecen bajos costes aproximados, al tiempo que genera costes aproximados para solo un subconjunto de todos los posibles modos de predicción intra. En consecuencia, el codificador de vídeo 20 puede realizar un análisis tasa-distorsión completo únicamente para los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual (por ejemplo, un subconjunto de modos de predicción intra) en lugar de todos los posibles modos de predicción intra. Dado que el número de modos de predicción intra del conjunto actual puede ser menor que el número total de modos de predicción intra y proporcionar costes aproximados inferiores, las técnicas de la divulgación pueden reducir los requisitos de complejidad y de procesamiento para realizar la selección de modo. En algunos ejemplos, la reducción de dichos requisitos de procesamiento puede mejorar el rendimiento de codificación de vídeo en codificadores de vídeo de procesamiento en paralelo y/o en serie.

El decodificador de vídeo 30 puede recibir un flujo de bits que comprende datos codificados y decodificar los datos de acuerdo con unos elementos sintácticos correspondientes recibidos desde el codificador de vídeo 20. El decodificador de vídeo 30 en general puede realizar operaciones recíprocas a las descritas anteriormente con respecto al codificador de vídeo 20. Es decir, el decodificador de vídeo 30 puede realizar la decodificación de entropía de cada bloque de datos de vídeo codificados, realizar la cuantificación inversa para decuantificar el bloque de datos de vídeo codificados y aplicar una transformada inversa para transformar el bloque decuantificado de datos de vídeo codificados del dominio de la frecuencia al dominio espacial. Este bloque transformado de datos de vídeo codificados puede representar una versión reconstruida de los datos residuales. En el proceso de predicción, el decodificador de vídeo 30 puede seleccionar un modo de predicción correspondiente para decodificar un bloque determinado basándose en unos elementos sintácticos que indican modos de predicción. Es decir, el codificador de vídeo 20 puede, de acuerdo con las técnicas de la divulgación, enviar uno o más elementos sintácticos que indican un modo de predicción para un bloque determinado, que el decodificador de vídeo 30 puede usar subsiguientemente para decodificar el bloque determinado.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de codificador de vídeo 20 que puede implementar técnicas para reducir la complejidad de la selección de un modo al seleccionar entre varios modos de predicción diferentes. El codificador de vídeo 20 puede realizar una codificación intra e inter- de bloques de vídeo dentro de segmentos de vídeo. La codificación intra se basa en la predicción espacial para reducir o eliminar la redundancia espacial en el vídeo dentro de una trama o imagen de vídeo dada. La codificación inter se basa en la predicción temporal para reducir o eliminar la redundancia temporal en el vídeo dentro de tramas o imágenes adyacentes de una secuencia de vídeo. El modo intra (modo I) puede referirse a cualquiera de varios modos de compresión espacial. Los modos inter, tales como la predicción unidireccional (modo P) o la predicción bidireccional (modo B), pueden referirse a cualquiera de varios modos de compresión temporal.

En el ejemplo de la FIG. 2, el codificador de vídeo 20 incluye una unidad de división 40, una unidad de predicción 41, una memoria de imágenes de referencia 64, un sumador 50, una unidad de procesamiento de transformada 52, una unidad de cuantificación 54 y una unidad de codificación de entropía 56. La unidad de predicción 41 incluye una unidad de estimación de movimiento 42, una unidad de compensación de movimiento 44 y una unidad de predicción intra 46. Para la reconstrucción de bloques de vídeo, el codificador de vídeo 20 incluye también una unidad de cuantificación inversa 58, una unidad de procesamiento de transformada inversa 60 y un sumador 62. También puede incluirse un filtro de desbloqueo (no representado en la FIG. 2) para filtrar límites de bloque a fin de eliminar artefactos de pixelado del vídeo reconstruido. Si se desea, el filtro de desbloqueo filtrará típicamente la salida del

sumador 62. También pueden usarse filtros de bucle adicionales (en bucle o tras el bucle), además del filtro de desbloqueo. El codificador de vídeo 20 también incluye una unidad de selección de modo 43. La unidad de selección de modo 43 puede seleccionar uno de los modos de codificación, intra o inter, por ejemplo, basándose en los resultados de error. Como se describe además en la FIG. 2, la unidad de selección de modo 43 puede implementar técnicas para reducir el espacio necesario para almacenar valores de tasa-distorsión al seleccionar entre varios modos de predicción diferentes.

Como se representa en la FIG. 2, el codificador de vídeo 20 recibe datos de vídeo, y la unidad de división 40 divide los datos en bloques de vídeo. Esta división también puede incluir la división en segmentos, mosaicos u otras unidades mayores, así como la división de bloques de vídeo, por ejemplo, de acuerdo con una estructura de árbol cuaternario de unas LCU y CU. El codificador de vídeo 20 ilustra en general los componentes que codifican bloques de vídeo de un segmento de vídeo que se va a codificar. En general, un segmento puede dividirse en varios bloques de vídeo (y, posiblemente, en conjuntos de bloques de vídeo denominados mosaicos).

La unidad de selección de modo 43 puede seleccionar una entre una pluralidad de posibles modos de codificación, tal como uno de una pluralidad de modos de codificación intra, o uno de una pluralidad de modos de codificación inter, para el bloque de vídeo actual, basándose en resultados de errores (por ejemplo, la tasa de codificación y el nivel de distorsión). La unidad de predicción 41 puede proporcionar el bloque sometido a codificación intra o inter resultante al sumador 50 para generar datos de bloques residuales, y al sumador 62 para reconstruir el bloque codificado para su uso como imagen de referencia. En algunos ejemplos, la unidad de selección de modo 43 puede analizar cada uno de los bloques de vídeo reconstruidos para seleccionar una mejor proporción de tasa-distorsión a través de un proceso conocido comúnmente como "optimización de tasa-distorsión", que puede abreviarse como "RDO." Más detalles de la FIG. 2 descritos a continuación ilustran unas técnicas de selección de modo de acuerdo con uno o más aspectos de la divulgación.

Los aspectos de esta divulgación se refieren en general a la codificación intra. Así pues, la unidad de selección de modo 43 puede realizar ciertas técnicas de esta divulgación. Es decir, por ejemplo, la unidad de selección de modo 43 puede realizar las técnicas de esta divulgación descritas con respecto a las FIGs. 2-8 a continuación. En otros ejemplos, otra una o más unidades de codificador de vídeo 20, por ejemplo, la unidad de predicción intra 46, puede además, de forma colectiva o alternativa, ser responsable de la realización de las técnicas de esta divulgación.

La unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44 de la unidad de predicción 41 realizan la codificación de predicción inter del bloque de vídeo actual con respecto a uno o más bloques predictivos en una o más imágenes de referencia para proporcionar compresión temporal. La unidad de estimación de movimiento 42 puede estar configurada para determinar el modo de predicción inter para un segmento de vídeo de acuerdo con un patrón predeterminado para una secuencia de vídeo. El patrón predeterminado puede designar segmentos de vídeo de la secuencia como segmentos P, segmentos B o segmentos GPB. La unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44 pueden estar sumamente integradas, pero se ilustran por separado con fines conceptuales. La estimación de movimiento, realizada por la unidad de estimación de movimiento 42, es el proceso de generación de vectores de movimiento, que estiman el movimiento para los bloques de vídeo. Un vector de movimiento, por ejemplo, puede indicar el desplazamiento de una PU de un bloque de vídeo de una trama o imagen de vídeo actual con respecto a un bloque predictivo de una imagen de referencia.

Un bloque predictivo es un bloque del que se descubre que se corresponde estrechamente con la PU del bloque de vídeo que se va a codificar en términos de diferencia de píxeles, que puede determinarse mediante la suma de una diferencia absoluta (SAD), suma de diferencia al cuadrado (SSD) u otras métricas de diferencia. En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede calcular valores para posiciones de píxel de subentero de imágenes de referencia almacenadas en la memoria de imágenes de referencia 64. Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede interpolar valores de posiciones de un cuarto de píxel, posiciones de un octavo de píxel u otras posiciones de píxel fraccionarias de la imagen de referencia. Por tanto, la unidad de estimación de movimiento 42 puede realizar una búsqueda de movimiento con respecto a las posiciones de píxel completo y a las posiciones de píxel fraccionario, y emitir un vector de movimiento con una precisión de píxel fraccionario.

La unidad de estimación de movimiento 42 calcula un vector de movimiento para una PU de un bloque de vídeo de un segmento sometido a codificación inter, comparando la posición de la PU con la posición de un bloque predictivo de una imagen de referencia. La imagen de referencia puede seleccionarse entre una primera lista de imágenes de referencia (lista 0) o una segunda lista de imágenes de referencia (lista 1), cada una de las cuales identifica una o más imágenes de referencia almacenadas en la memoria de imágenes de referencia 64. La unidad de estimación de movimiento 42 envía el vector de movimiento calculado a la unidad de codificación de entropía 56 y a la unidad de compensación de movimiento 44.

La compensación de movimiento, realizada por la unidad de compensación de movimiento 44, puede implicar extraer o generar el bloque predictivo basándose en el vector de movimiento determinado por la estimación de movimiento, realizando posiblemente interpolaciones hasta la precisión de subpíxel. Tras recibir el vector de movimiento para la PU del bloque de vídeo actual, la unidad de compensación de movimiento 44 puede localizar el

bloque predictivo al que apunta el vector de movimiento en una de las listas de imágenes de referencia. El codificador de vídeo 20 forma un bloque de vídeo residual restando los valores de píxeles del bloque predictivo a los valores de píxeles del bloque de vídeo actual que se está codificando, generando valores de diferencia de píxel. Los valores de diferencia de píxel forman datos residuales para el bloque, y pueden incluir componentes de diferencia de luma y croma. El sumador 50 representa el componente o los componentes que realizan esta operación de sustracción. La unidad de compensación de movimiento 44 también puede generar elementos sintácticos asociados a los bloques de vídeo y al segmento de vídeo para su uso por el decodificador de vídeo 30 en la decodificación de los bloques de vídeo del segmento de vídeo.

La unidad de predicción intra 46, de la unidad de predicción 41, puede realizar la codificación de predicción intra del bloque de vídeo actual con respecto a uno o más bloques contiguos de la misma imagen o segmento que el bloque que se va a codificar para proporcionar compresión espacial. La unidad de predicción intra 46 puede realizar la predicción intra de un bloque actual, como alternativa a la predicción inter realizada por la unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44, descrita anteriormente.

En particular, la unidad de selección de modo 43 puede determinar un modo de predicción intra para usar a fin de codificar un bloque actual basándose en cantidades de tasa-distorsión correspondientes a un modo y bloque dados. En algunos ejemplos, la unidad de predicción intra 46 puede codificar un bloque actual mediante modos de predicción intra recibidos de la unidad de selección de modo 43, por ejemplo, durante pases de codificación independientes.

La unidad de selección de modo 43 puede calcular valores de tasa-distorsión mediante un análisis tasa-distorsión para los diversos modos de predicción intra probados, y seleccionar el modo de predicción intra que presente las mejores características de tasa-distorsión entre los modos probados. El análisis de tasa-distorsión determina en general una cantidad de distorsión (o error) entre un bloque codificado y un bloque original no codificado que se codificó para generar el bloque codificado, así como una tasa de bits (es decir, un número de bits) usada para generar el bloque codificado. La unidad de selección de modo 43 puede calcular proporciones a partir de las distorsiones y tasas para los diversos bloques codificados para determinar qué modo de predicción intra presenta el mejor valor de tasa-distorsión para el bloque. Según la norma HE VC propuesta, puede haber hasta 35 modos de predicción intra, y cada modo de predicción intra puede estar asociado con un índice.

Al realizar predicción intra, la unidad de selección de modo 43 puede analizar un coste aproximado asociado a cada posible modo de predicción intra en lugar de realizar un análisis tasa-distorsión completo. Este coste aproximado puede aproximarse a un coste tasa-distorsión. El cálculo de un coste tasa-distorsión completo requiere típicamente que el codificador de vídeo calcule un bloque predicho mediante cada uno de los modos de predicción intra, determine una diferencia entre cada uno de los bloques predichos y el bloque actual (que comúnmente se denomina "bloque residual" que especifica los valores de píxel residuales a los que se ha hecho referencia anteriormente), transforme cada uno de los bloques residuales del dominio espacial al dominio de frecuencia, cuantifique los valores de coeficientes en cada uno de los bloques residuales transformados para generar un bloque de vídeo codificado correspondiente de coeficientes y a continuación decodifique el bloque de vídeo codificado, comparando cada uno de los bloques de vídeo decodificados con el bloque actual para determinar una métrica de distorsión. Además, este análisis tasa-distorsión completo puede implicar el cálculo, para cada uno de los modos de predicción intra, de la cantidad de bits usados para indicar cada uno de los bloques de vídeo codificados, dado un nivel de cuantificación.

Como se ha descrito anteriormente, en lugar de realizar un análisis tasa-distorsión completo para cada uno de los bloques predichos mediante uno correspondiente de los 35 modos de predicción intra, la unidad de selección de modo 43 puede calcular un coste aproximado para uno o más modos de predicción intra. La unidad de selección de modo 43 puede calcular la aproximación del coste tasa-distorsión completo mediante diversos procesos matemáticos. Algunos ejemplos de procesos pueden denominarse en general aproximaciones de tasa-distorsión de Lagrange. Con el fin de determinar el mejor modo de un gran número de posibles modos, se puede aplicar un multiplicador de Lagrange para medir el coste para cada modo diferente. Un multiplicador de Lagrange puede basarse en una medida de distorsión, D , y una medida de tasa, R . La medida de distorsión podría definirse de forma diferente para una implementación diferente, por ejemplo, suma de errores al cuadrado (SSE), suma de la diferencia absoluta (SAD), o la suma de diferencias de transformada absoluta (SATD). La medida de tasa representa cuántos bits se necesitan para codificar la información de modo actual. Por ejemplo, la medida de tasa puede incluir los bits que se usan para indicar el tipo de modo de predicción, índice de modo intra o vector de movimiento, etc. Una vez que se obtienen los valores de D y R , el coste, C , se puede calcular como se representa en la ecuación (1), donde λ es una constante predefinida:

$$C = D + \lambda * R \quad (1)$$

La unidad de selección de modo 43 puede seleccionar el mejor modo eligiendo el modo que genere el C mínimo.

En un ejemplo, la unidad de selección de modo 43 puede calcular una suma de distorsión al cuadrado (SSD), una suma de diferencia absoluta (SAD) y una suma de las diferencias de transformada absoluta (SATD). La unidad de selección de modo 43 puede calcular la SATD como una manera de aproximar el coste tasa-distorsión. La unidad de

selección de modo 43 puede calcular la SATD de acuerdo con la siguiente ecuación (2):

$$J(\text{SATD}) = \sum_{i,j} |T_{N \times N}(\mathbf{X}(i,j) - \widehat{\mathbf{X}}(i,j))| + \lambda \cdot R_{\text{mode}} \quad (2)$$

5 En la ecuación (2), $\widehat{\mathbf{X}}$ representa el bloque predicho para el bloque actual \mathbf{X} , $T_{N \times N}(\cdot)$ es una transformada $N \times N$ (como la transformada de Hadamard), λ es el multiplicador de Lagrange (que puede seleccionarse empíricamente) y R_{mode} es el número de bits usados para codificar el modo. En consecuencia, el coste J (SATD) puede ser una aproximación tasa-distorsión completa de menor complejidad.

10 Típicamente, cuando el bloque actual es de un tamaño de 4×4 o 8×8 , un codificador de vídeo puede analizar de ocho a diez modos de predicción intra que presentan un coste aproximado más bajo en comparación con los 27 a 25 modos de predicción intra restantes. Cuando el bloque actual es más grande que 8×8 , el codificador de vídeo puede analizar de tres a cinco modos de predicción intra que presenten un coste aproximado más bajo en comparación con los 32 a 30 modos de predicción intra restantes. En algunos ejemplos, un codificador de vídeo también puede considerar los llamados modos de predicción intra "más probables" durante la codificación de predicción intra. Para identificar este modo más probable, un codificador de vídeo puede identificar un modo de predicción intra de los bloques previamente codificados (que a menudo son bloques contiguos que son adyacentes al bloque actual). Los modos más probables pueden tener una probabilidad relativamente alta de ser el mismo bloque o uno similar al bloque actual debido a una proximidad espacial de los bloques contiguos con el bloque actual.

20 En HEVC, hay tres modos más probables. Los dos primeros son los modos de predicción intra de las PU situadas arriba y a la izquierda si esas PU están disponibles y están codificadas mediante un modo de predicción intra. Cualquier modo de predicción no disponible se considera que es un modo DC intra. Cuando los dos modos más probables no son iguales, el tercer modo más probable se iguala a Intra_Plano, Intra_DC o Intra_Angular [26] (vertical), de acuerdo con cuál de estos modos, en este orden, no es un duplicado de uno de los dos primeros modos. Cuando los dos primeros modos más probables son iguales, si este primer modo presenta el valor Intra_Plano o Intra_DC, el segundo y tercer modos más probables se asignan como Intra_Plano, Intra_DC, o Intra_Angular [26], de acuerdo con cuáles de estos modos, en este orden, no son duplicados. Cuando los dos primeros modos más probables son iguales y el primer modo presenta un valor Intra angular, el segundo y tercer modos más probables se eligen como los dos modos angulares de predicción que son los más cercanos al ángulo (es decir, el valor de k) del primero.

35 En algunos ejemplos, el codificador de vídeo puede calcular un coste aproximado para cada uno de los bloques predichos y para cada uno de los modos de predicción intra. Por ejemplo, el codificador de vídeo puede calcular inicialmente 35 costes aproximados correspondientes a cada uno de los 35 modos de predicción intra. El codificador de vídeo puede realizar a continuación un análisis tasa-distorsión completo para algún subconjunto de modos de predicción intra ya que el coste aproximado puede aproximarse de forma incorrecta a un coste tasa-distorsión en ciertas circunstancias.

40 Si bien la simplificación de la realización de un análisis tasa-distorsión completo de un subconjunto de modos puede reducir la cantidad de cálculos requeridos en comparación con la búsqueda por fuerza bruta, dichas técnicas todavía requieren en total 35 cálculos de los costes aproximados que corresponden a cada uno de los 35 modos de predicción intra. Por tanto, aunque estas técnicas pueden reducir el número de veces que el codificador de vídeo realiza el análisis tasa-distorsión completo de alta carga computacional, este proceso puede no ser muy adecuado para la codificación en tiempo real o codificación casi en tiempo real de datos de vídeo dada la complejidad y el tiempo necesarios para calcular los costes aproximados para cada uno de los 35 modos.

50 Con el fin de reducir la complejidad de la selección de modo, esta divulgación describe técnicas para reducir el número de modos que se aplican mediante un análisis tasa-distorsión completo seleccionando inicialmente un subconjunto de modos que tiene más probabilidades de proporcionar un coste aproximado bajo y subsiguientemente refinar el subconjunto seleccionado con una búsqueda de modos adicionales que proporcionen un coste aproximado más bajo. Las técnicas pueden permitir a un codificador de vídeo, tal como el codificador de vídeo 20, seleccionar un mejor modo, por ejemplo, un modo con una tasa-distorsión más baja, para codificar un bloque actual. Al reducir el tiempo y la complejidad asociados con la realización del proceso de predicción intra, las técnicas pueden promover una codificación de vídeo en tiempo real y/o codificación de vídeo casi en tiempo real mejoradas.

60 Para ilustrar, la unidad de selección de modo 43 puede realizar inicialmente las técnicas descritas en esta divulgación para determinar un bloque actual a fin de codificar a partir de la unidad de división 40. La unidad de selección de modo 43 puede calcular un coste aproximado para cada modo de predicción intra identificado en un conjunto actual de modos de predicción intra que incluye un conjunto predefinido de modos de predicción intra que presenta al menos un modo de predicción intra. El conjunto actual de modos de predicción intra puede incluir menos modos de predicción intra que un número total de modos de predicción intra disponibles para la codificación de un bloque actual de los datos de vídeo. A menudo, el conjunto predefinido de modos de predicción intra incluye los modos que se observa que tienen más probabilidades estadísticas de ser utilizados cuando se realiza una predicción intra. Es decir, en algunos ejemplos, la unidad de selección de modo 43 puede determinar uno o más datos estadísticos que indican el número de veces que se seleccionan uno o más modos. Basándose al menos en

parte en los datos estadísticos, la unidad de selección de modo 43 puede seleccionar los modos incluidos en el primer conjunto de modos de predicción intra.

En algunos casos, el conjunto predefinido puede ser fijo. En un ejemplo, este conjunto predefinido incluye los modos 0, 1 y 26. Este conjunto predefinido puede, en este momento, comprender un conjunto actual de modos de predicción intra para el bloque actual. En algunos casos, el conjunto predefinido puede estar formado por el modo plano, los modos más probables y los modos angulares muestreados con un desplazamiento de muestreo, como se describe en mayor detalle más adelante. Dado que el modo plano y los modos más probables pueden aparecer a menudo como el modo seleccionado final, la unidad de selección de modo 43 puede determinar los costes aproximados de estos respectivos modos y los modos para el conjunto actual.

Para identificar los modos más probables incluidos en el conjunto predefinido, la unidad de selección de modo 43 puede identificar uno o más modos de predicción intra de bloques codificados previamente, como se describe en mayor detalle más adelante con respecto a las FIG. 4A–4B y 5. Los bloques codificados previamente pueden ser bloques contiguos que son adyacentes al bloque actual. Los modos de predicción intra de estos llamados bloques contiguos pueden tener una probabilidad relativamente alta de ser iguales o similares a los modos de predicción intra que proporcionan una tasa-distorsión baja para el bloque actual debido a una proximidad espacial de los bloques contiguos al bloque actual. En consecuencia, el codificador de vídeo 20 puede identificar estos modos intra de los bloques contiguos como modos más probables, calcular los costes aproximados de los modos más probables e incluir los modos en el conjunto actual.

Para identificar uno o más modos angulares mediante un desplazamiento de muestreo, la unidad de selección de modo 43 puede muestrear uno o más modos angulares incluidos en un grupo de todos los posibles modos angulares de predicción intra, como se describe en mayor detalle con respecto a la FIG. 6 de esta divulgación. La unidad de selección de modo 43 puede no calcular los costes aproximados para todos los modos angulares de predicción con el fin de reducir el número de cálculos de costes aproximados. En su lugar, la unidad de selección de modo 43 puede muestrear uno o más modos angulares mediante un desplazamiento. Es decir, mediante un desplazamiento para seleccionar los modos para el cálculo de costes aproximado, la unidad de selección de modo 43 puede muestrear de manera uniforme un subconjunto del total de posibles modos angulares de predicción.

En el proceso de muestreo, la unidad de selección de modo 43 puede determinar, para un subconjunto muestreado de todos los posibles modos angulares, si cada modo angular muestreado respectivo se incluye en una lista de corte. Una lista de corte puede incluir uno o más modos de predicción intra que aparecen con una probabilidad baja o la más baja. Por ejemplo, el uno o más modos de predicción intra pueden estar asociados con probabilidades y/o frecuencias respectivas que no satisfacen un valor de umbral (por ejemplo, son menores que un valor de umbral). Si un modo angular muestreado respectivo está incluido en una lista de corte, la unidad de selección de modo 43 puede no calcular un coste aproximado para el modo y añadir el modo al conjunto actual. Además, en algunos ejemplos, si la unidad de selección de modo 43 ya ha calculado el coste aproximado para un modo angular muestreado respectivo, la unidad de selección de modo 43 puede no calcular un coste aproximado para el modo. A través de este proceso de muestreo de uno o más modos angulares, la unidad de selección de modo 43 puede incluir uno o más modos angulares muestreados en el conjunto predefinido de modos de predicción intra.

El conjunto actual, en algunos ejemplos, puede presentar una longitud N de modos predefinidos en orden ascendente de coste aproximado (por ejemplo, coste SATD). En HM, N se establece en 8 para un tamaño de PU de 4×4 y 8×8 , y en 3 para un tamaño de PU superior a 8×8 . Cuanto menor sea el valor de la variable N , menos cálculos de coste tasa-distorsión completos puede realizar la unidad de selección de modo 43. Para conseguir un equilibrio entre la complejidad y la eficiencia de codificación, la unidad de selección de modo 43 puede establecer N en 3 para un tamaño de PU de 4×4 y 8×8 , y puede establecer N en 2 para un tamaño de PU de 16×16 y 32×32 .

Tras construir inicialmente un conjunto actual que incluye un conjunto predefinido de modos y antes de postprocesar el conjunto actual como se describe en mayor detalle a continuación, la unidad de selección de modo 43 puede realizar una búsqueda para refinar el conjunto actual. En la FIG. 8 se ilustran en mayor detalle unos ejemplos de técnicas para refinar el conjunto actual. En un ejemplo, la unidad de selección de modo 43 puede seleccionar un modo del conjunto predefinido de modos de predicción intra que presenta el coste aproximado relativo más bajo entre los costes aproximados calculados para cada modo identificado en el conjunto predefinido de modos de predicción intra. Para ilustrar, el modo 26 puede presentar el coste aproximado más bajo del conjunto predefinido de modos de predicción intra. Por tanto, la unidad de selección de modo 43 puede comenzar la búsqueda desde el modo 26, en la que el valor de modo, es decir, 26, se reduce e incrementa en un cierto desplazamiento F hasta llegar a $26 + F$ y $26 - F$. La unidad de selección de modo 43 puede entonces calcular los costes aproximados para cada uno de los modos $26 + F$ y $26 - F$ y selecciona el modo con los costes aproximados más bajos entre los modos 26, $26 + F$ y $26 - F$. La unidad de selección de modo 43 puede entonces reemplazar un modo del conjunto actual basándose en esta comparación, por ejemplo, reemplazando el modo 26 del conjunto actual por el modo seleccionado que presenta los costes aproximados más bajos entre los modos 26, $26 + F$ y $26 - F$.

La unidad de selección de modo 43 puede repetir la búsqueda de esta manera, reduciendo a la mitad F hasta $F / 2$, volviendo a centrar la búsqueda en el modo 26 (si ni el modo $26 + F$ ni el modo $26 - F$ tenían un coste aproximado

inferior al modo 26), el modo $26 + F$ (si el modo $26 + F$ se había añadido al conjunto actual) o el modo $26 - F$ (si el modo $26 - F$ se había añadido al conjunto actual). En otros ejemplos, la unidad de selección de modo 43 puede dividir F por cualquier valor adecuado d , donde d es igual a 2 en el ejemplo actual. La unidad de selección de modo 43 puede continuar el proceso de búsqueda hasta que F se divida en un número fraccionario (suponiendo que F comience como un valor que es una potencia de dos). Así pues, si F se establece en 4, por ejemplo, se repite el proceso una vez con $F = 4$, una vez con $F = 2$, una vez con $F = 1$ y termina cuando $F = 0,5$.

Tras generar inicialmente el conjunto actual que incluye los modos predefinidos de predicción intra y/o los modos angulares de predicción intra seleccionados mediante el proceso de refinamiento, la unidad de selección de modo 43 puede realizar el postprocesamiento de la lista actual, como se ilustra en mayor detalle en las figuras 7A, 7B. Mientras que los modos más probables pueden aparecer con probabilidades más altas que el modo para la predicción intra de bloques, los modos más probables pueden no presentar necesariamente costes aproximados pequeños. Por tanto, usar solo los modos más probables del conjunto actual puede resultar en pérdidas sustanciales de rendimiento. En consecuencia, la unidad de selección de modo 43 puede usar tanto los modos más probables como el coste aproximado para postprocesar el conjunto actual y seleccionar un modo para la predicción intra del bloque actual. Es decir, la unidad de selección de modo 43 puede realizar el postprocesamiento en el conjunto actual de tal forma que el conjunto actual incluye modos con los modos más probables y un coste aproximado relativamente pequeño.

Para postprocesar el conjunto actual, la unidad de selección de modo 43 puede determinar un modo más probable con el coste aproximado más bajo de todos los posibles modos más probables. La unidad de selección de modo 43 puede comparar este modo de predicción intra más probable que presenta el coste aproximado más bajo con un umbral. En algunos ejemplos, la comparación de umbral puede definirse de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\left| \frac{J_M - J}{J} \right| < T$$

En la ecuación anterior, la variable J puede ser el coste aproximado (por ejemplo, SATD) de un modo de predicción intra no más probable del conjunto actual, mientras que la variable J_M es el coste aproximado del modo de predicción intra más probable que presenta el coste aproximado más bajo de todos los posibles modos más probables. En la ecuación anterior, la variable T se refiere a un umbral, que presenta típicamente un valor entre 0 y 1. La ecuación establece que si el valor absoluto de la diferencia entre J_M y J dividido por J es menor que un valor de umbral T , la unidad de selección de modo 43 añade el modo más probable en lugar del modo no más probable con el cual se ha comparado el modo más probable. De esta manera, la unidad de selección de modo 43 puede reemplazar uno o más de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra por el uno o más modos de predicción intra más probables basándose en las comparaciones.

De acuerdo con las técnicas expuestas en esta descripción, la unidad de selección de modo 43 puede por tanto proporcionar un proceso de decisión rápida de modo para predicción intra. Estas técnicas pueden reducir el número de cálculos de costes aproximados a menos de 17. En algunos ejemplos, estas técnicas pueden reducir el número de cálculos de costes tasa-distorsión completos a 3 (para un tamaño de PU de 4x4 y 8x8) y 2 (para un tamaño de PU mayor que 8x8)

La unidad de selección de modo 43 puede a continuación realizar un análisis tasa-distorsión completo con respecto a cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra postprocesados para determinar un coste tasa-distorsión para cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra. La unidad de predicción intra 46 puede a continuación realizar la predicción intra con respecto al bloque actual de acuerdo con uno de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra basándose en los costes distorsión-tasa determinados para codificar el bloque actual. A menudo, la unidad de predicción intra 46 realiza el modo que presenta el coste tasa-distorsión más bajo.

Como se ha descrito anteriormente, en algunos ejemplos, la unidad de selección de modo 43 puede determinar si se va a realizar o no la búsqueda refinada de modos de predicción intra adicionales. En un ejemplo, el conjunto actual construido inicialmente con anterioridad a la búsqueda refinada puede incluir los modos 0, 1 y el modo angular 26. La unidad de selección de modo 43 puede determinar si se va a realizar o no la búsqueda refinada basándose en si el coste aproximado calculado para el modo 26 es el coste aproximado más bajo con respecto a los costes aproximados calculados para el modo 0 y el modo 1. Es decir, la unidad de selección de modo 43 puede determinar si el coste aproximado más bajo del conjunto actual está asociado con un modo angular, en contraste con, por ejemplo, un modo plano o un modo más probable. En este sentido, si el coste aproximado más bajo está asociado con un modo angular en el conjunto actual, la unidad de selección de modo 43 puede buscar modos de predicción intra adicionales basándose en los costes aproximados calculados para los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra. Por el contrario, si los modos 0, 1 y 26 están todos en el conjunto actual y el modo 26 no está asociado con el coste aproximado más bajo con respecto a los costes aproximados calculados para el modo 0 y el modo 1, la unidad de selección de modo 43 puede no realizar la búsqueda refinada del conjunto actual. Así, en algunos casos, la unidad de selección de modo 43 puede realizar la búsqueda refinada

descrita anteriormente cuando el modo asociado con el coste aproximado más bajo es un modo angular.

En algunos ejemplos, tras el postprocesamiento del conjunto actual, la unidad de predicción intra 46 puede realizar una predicción intra para codificar el bloque actual de acuerdo con uno de los modos de predicción intra identificados por el conjunto actual postprocesado de modos de predicción intra. Mediante un modo seleccionado, la unidad de predicción intra 46 puede determinar un bloque predictivo para codificar el bloque actual. Por ejemplo, el modo de predicción puede indicar qué bloque o grupo de bloques evaluará el modo de predicción intra para seleccionar el bloque predictivo.

Después de que la unidad de predicción intra 46 determine el bloque predictivo para el bloque de vídeo actual, el sumador 50 forma un bloque de vídeo residual restando el bloque predictivo del bloque de vídeo actual. Los datos de vídeo residuales del bloque residual pueden incluirse en una o más TU y aplicarse a la unidad de procesamiento de transformada 52. La unidad de procesamiento de transformada 52 transforma los datos de vídeo residuales en coeficientes de transformada residuales mediante una transformada, tal como una transformada de coseno discreta (DCT) o una transformada similar desde un punto de vista conceptual. La unidad de procesamiento de transformada 52 puede convertir los datos de vídeo residuales de un dominio de píxel a un dominio de transformada, tal como un dominio de frecuencia.

La unidad de procesamiento de transformada 52 puede enviar los coeficientes de transformada resultantes a la unidad de cuantificación 54. La unidad de cuantificación 54 cuantifica los coeficientes de transformada para reducir más la tasa de bits. El proceso de cuantificación puede reducir la profundidad de bits asociada con algunos o la totalidad de los coeficientes. El grado de cuantificación puede modificarse ajustando un parámetro de cuantificación. En algunos ejemplos, la unidad de cuantificación 54 puede realizar a continuación una exploración de la matriz que incluye los coeficientes de transformada cuantificados. De forma alternativa, la unidad de codificación de entropía 56 puede realizar la exploración.

Tras la cuantificación, la unidad de codificación de entropía 56 realiza la codificación de entropía de los coeficientes de transformada cuantificados. Por ejemplo, la unidad de codificación de entropía 56 puede realizar una codificación de longitud variable adaptativa según el contexto (CAVLC), una codificación aritmética binaria adaptativa según el contexto (CABAC), una codificación aritmética binaria adaptativa según el contexto basada en la sintaxis (SBAC), una codificación de entropía por división de intervalos de probabilidad (PIPE) u otros procedimientos o técnicas de codificación de entropía. La unidad de codificación de entropía 56 también puede realizar la codificación de entropía de los vectores de movimiento y los otros elementos sintácticos para el segmento de vídeo actual que se está codificando. Tras la codificación de entropía realizada por la unidad de codificación de entropía 56, el flujo de bits codificado puede transmitirse al decodificador de vídeo 30, o archivar para su posterior transmisión o recuperación por el decodificador de vídeo 30.

La unidad de codificación de entropía 56 puede codificar la información que indica el modo de predicción intra seleccionado de acuerdo con las técnicas de esta divulgación. El codificador de vídeo 20 puede incluir en los datos de configuración de flujo de bits transmitidos, una o más tablas de índices de modos de predicción intra y una pluralidad de tablas de índices de modos de predicción intra modificada (también denominadas tablas de asignación de palabras de código), definiciones de contextos de codificación para varios bloques, datos de vídeo codificados, etc. Estos tipos de información que el codificador de vídeo 20 puede incluir en el flujo de bits transmitidos se facilitan a título de ejemplo, y también pueden incluirse muchos otros tipos de información en el flujo de bits.

La unidad de cuantificación inversa 58 y la unidad de procesamiento de transformada inversa 60 aplican una cuantificación inversa y una transformada inversa, respectivamente, para reconstruir el bloque residual en el dominio de píxel, para su posterior uso como un bloque de referencia de una imagen de referencia. La unidad de compensación de movimiento 44 puede calcular un bloque de referencia añadiendo el bloque residual a un bloque predictivo de una de las imágenes de referencia de una de las listas de imágenes de referencia. La unidad de compensación de movimiento 44 también puede aplicar uno o más filtros de interpolación al bloque residual reconstruido para calcular valores de píxel de subentero para su uso en la estimación de movimiento. El sumador 62 añade el bloque residual reconstruido al bloque predictivo con compensación de movimiento generado por la unidad de compensación de movimiento 44 para generar un bloque de referencia para su almacenamiento en la memoria de imágenes de referencia 64. La unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44 pueden usar el bloque de referencia como un bloque de referencia para realizar la predicción intra de un bloque en una trama o imagen de vídeo subsiguiente.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de decodificador de vídeo 30 que puede implementar las técnicas descritas en esta divulgación. En el ejemplo de la FIG. 3, el decodificador de vídeo 30 incluye una unidad de decodificación de entropía 70, una unidad de predicción 73, una unidad de cuantificación inversa 76, una unidad de procesamiento de transformada inversa 78, un sumador 80 y una memoria de imágenes de referencia 82. La unidad de predicción 73 incluye la unidad de compensación de movimiento 72 y la unidad de predicción intra 74. En algunos ejemplos, el decodificador de vídeo 30 puede realizar un pase de decodificación que en general es recíproco del pase de codificación descrito con respecto al codificador de vídeo 20 de la FIG. 2.

5 Durante el proceso de decodificación, el decodificador de vídeo 30 recibe un flujo de bits de vídeo codificado que representa bloques de vídeo de un segmento de vídeo codificado y elementos sintácticos asociados, desde el codificador de vídeo 20. El flujo de bits codificado puede incluir, entre otro tipo de información, unos modos de predicción que corresponden a los bloques y que han sido seleccionados por la unidad de selección de modo 43 como se ha descrito anteriormente con respecto a la FIG. 2, de acuerdo con unas técnicas de la divulgación. La unidad de decodificación de entropía 70 del decodificador de vídeo 30 puede realizar la descodificación de entropía del flujo de bits para generar coeficientes cuantificados, vectores de movimiento y otros elementos sintácticos. La unidad de decodificación de entropía 70 puede enviar los vectores de movimiento y otros elementos sintácticos a la unidad de predicción 73. El decodificador de vídeo 30 puede recibir los elementos sintácticos del nivel del segmento de vídeo y/o el nivel del bloque de vídeo.

15 Cuando el segmento de vídeo se codifica como un segmento de codificación intra (I), la unidad de predicción intra 74 de la unidad de predicción 73 puede generar datos de predicción para un bloque de vídeo del segmento de vídeo actual, basándose en un modo de predicción intra indicado y unos datos de bloques previamente decodificados de la trama o imagen actual. La unidad de predicción intra 74 puede determinar que el modo de predicción intra apropiado para decodificar el bloque actual de datos de vídeo basándose en un índice corresponde al modo de predicción intra para el bloque actual. La unidad de selección de modo 43 puede haber seleccionado previamente el modo de predicción intra como se ha descrito previamente con respecto a la FIG. 2, y el índice puede haberse incluido en el flujo de bits codificado enviado por el codificador de vídeo 20 al decodificador de vídeo 30. La unidad de predicción intra 74 puede seleccionar un bloque predictivo basándose en el modo de predicción intra correspondiente al índice. El sumador 80 puede añadir los datos del bloque predictivo y los datos del bloque residual de la unidad de procesamiento de transformada inversa 78 para generar el bloque actual decodificado. La memoria 82 puede almacenar el bloque actual decodificado, que puede ser posteriormente enviado por un dispositivo de visualización o enviado a otro dispositivo de cálculo.

25 Como se señaló anteriormente, los aspectos de esta divulgación se refieren en general a intra-codificación. Como tal, ciertas técnicas de esta divulgación pueden ser realizadas por la unidad de predicción intra 74. Es decir, por ejemplo, la unidad de predicción intra 74 puede llevar a cabo las técnicas de esta divulgación descritas con respecto a las FIGs. 4A-8 siguientes. En otros ejemplos, una o más unidades de decodificador de vídeo distintas 30 pueden de forma adicional o alternativa ser responsables de la realización de las técnicas de esta divulgación.

35 Cuando la imagen de vídeo está codificada como un segmento inter-codificado (por ejemplo, B, P o GPB), la unidad de compensación de movimiento 72 de la unidad de predicción 73 genera bloques predictivos para un bloque de vídeo del segmento de vídeo actual, basándose en los vectores de movimiento y otros elementos sintácticos recibidos desde la unidad de decodificación de entropía 70. Los bloques predictivos pueden ser generados a partir de una de las imágenes de referencia dentro de una de las listas de imágenes de referencia. El decodificador de vídeo 30 puede construir las listas de imágenes de referencia, la Lista 0 y la Lista 1, usando técnicas de construcción por defecto, basándose en las imágenes de referencia almacenadas en la memoria de imágenes de referencia 82.

40 La unidad de compensación de movimiento 72 determina la información de predicción para un bloque de vídeo del segmento de vídeo actual, analizando los vectores de movimiento y otros elementos sintácticos, y usa la información de predicción para generar los bloques predictivos para el bloque de vídeo actual que está siendo decodificado. Por ejemplo, la unidad de compensación de movimiento 72 usa algunos de los elementos sintácticos recibidos para determinar un modo de predicción (por ejemplo, predicción intra o predicción inter), usada para codificar los bloques de vídeo del segmento de vídeo, un tipo de segmento de predicción inter (por ejemplo, segmento B, segmento P o segmento GPB), información de construcción para una o más de las listas de imágenes de referencia del segmento, vectores de movimiento para cada bloque de vídeo inter-codificado del segmento, el estado de predicción inter para cada bloque de vídeo inter-codificado del segmento y otra información, para decodificar los bloques de vídeo en el segmento de vídeo actual.

50 La unidad de compensación de movimiento 72 también puede realizar la interpolación basándose en filtros de interpolación. La unidad de compensación de movimiento 72 puede usar filtros de interpolación como los usados por el codificador de vídeo 20 durante la codificación de los bloques de vídeo, para calcular valores interpolados para fracciones de píxeles de bloques de referencia. En este caso, la unidad de compensación de movimiento 72 puede determinar los filtros de interpolación usados por el codificador de vídeo 20 a partir de los elementos sintácticos recibidos y usar los filtros de interpolación para generar bloques predictivos.

60 La unidad de cuantificación inversa 76 cuantifica de manera inversa, por ejemplo, des-cuantifica, los coeficientes de transformada cuantificados, proporcionados en el flujo de bits y decodificados por la unidad de decodificación de entropía 70. El proceso de cuantificación inversa puede incluir el uso de un parámetro de cuantificación calculado por el codificador de vídeo 20 para cada bloque de vídeo en el segmento de vídeo, para determinar un grado de cuantificación y, asimismo, un grado de cuantificación inversa que debería aplicarse. La unidad de procesamiento de transformada inversa 78 aplica una transformada inversa, por ejemplo una DCT inversa, una transformada inversa entera o un proceso de transformada inversa conceptualmente similar, a los coeficientes de transformada, con el fin de generar bloques residuales en el dominio de píxeles.

Después de que la unidad de compensación de movimiento 72 genera el bloque predictivo para el bloque de vídeo actual, basándose en los vectores de movimiento y otros elementos sintácticos, el decodificador de vídeo 30 forma un bloque de vídeo decodificado sumando los bloques residuales procedentes de la unidad de procesamiento de transformada inversa 78 con los correspondientes bloques predictivos generados por la unidad de compensación de movimiento 72. El sumador 80 representa el componente o los componentes que llevan a cabo esta operación de suma. Si se desea, también puede aplicarse un filtro de desbloqueo para filtrar los bloques decodificados, con el fin de eliminar distorsiones de efecto pixelado. Otros filtros de bucle (ya sea en el bucle de codificación o después del bucle de decodificación) también pueden ser usados para allanar las transiciones de píxeles, o mejorar de otro modo la calidad del vídeo. Los bloques de vídeo decodificados en una trama o imagen dada son a continuación almacenados en la memoria de imágenes de referencia 82, que almacena imágenes de referencia usadas para la posterior compensación de movimiento. La memoria de imágenes de referencia 82 almacena también vídeo decodificado para su presentación posterior en un dispositivo de visualización, tal como el dispositivo de visualización 32 de la FIG. 1.

La FIG. 4A es un diagrama de bloques que ilustra una representación conceptual de los modos de predicción intra que un codificador de vídeo puede seleccionar, de acuerdo con las técnicas descritas en esta divulgación. Las normas de codificación de vídeo, tales como H.264 / AVC, MPEG-2, y HEVC usan tramas de codificación de vídeo híbridas basadas en bloques. En estas tramas, una imagen se divide en bloques de diferentes tamaños, que en HEVC se llama una (unidad de codificación) CU. Como se ha descrito anteriormente, cada CU se puede dividir en bloques más pequeños para la predicción (PU) o transformada (TU). Cada PU se puede predecir ya sea dentro del segmento actual en el caso de modo de intra o de los segmentos temporalmente contiguos en el caso de modo de inter. El error de predicción se transforma, cuantifica y codifica usando técnicas de codificación de longitud variable, como se describe en las FIGs. 1-3.

En los datos de vídeo puede existir una correlación relativamente alta entre las muestras en un área de rectángulo y las muestras que están inmediatamente adyacentes a esa zona. En algunos ejemplos, las técnicas de codificación de vídeo tales como HEVC usan predicción intra para predecir las PU actuales a partir de muestras en las PU adyacentes, codificadas previamente. En HEVC, la predicción intra ofrece 35 modos diferentes para diferentes UP. Los 35 modos incluyen el modo planar (modo 0), modo de DC (modo 1) y 33 modos de predicción angulares que corresponden a 33 direcciones de predicción de ángulos +/- [0,2,5,9,13,17,21,26, 32] / 32.

La FIG. 4A ilustra las 35 direcciones de predicción angulares para todos los modos definidos en HEVC. En el modo planar (indicada como "modo 0" o "0"), el codificador de vídeo 20 puede predecir valores de píxel para el bloque actual de los valores de píxel en la columna adyacente a la columna de la izquierda del bloque actual y los valores de píxel en la fila adyacente a la fila de arriba del bloque actual. En el modo de DC (indicado como "modo 1" o "1"), el codificador de vídeo 20 puede calcular un bloque predictivo a partir de la media de la suma de los valores de los píxeles en la fila por encima de la fila superior del bloque actual y los valores de los píxeles en la columna adyacente a la columna más a la izquierda del bloque actual. En el modo de predicción angular, el codificador de vídeo 20 puede predecir píxeles a lo largo de un ángulo dado (que se representa más arriba como los modos de predicción intra 2-34) típicamente a partir de los valores de píxeles de la fila por encima de la fila superior del bloque actual o los valores de píxel de la columna adyacente a la columna más a la izquierda del bloque actual.

Al realizar una predicción intra, el codificador de vídeo puede seleccionar entre varios modos diferentes de predicción intra. Al realizar una predicción intra, el codificador de vídeo a menudo analiza un coste aproximado asociado con cada uno de los 35 modos de predicción intra. Este coste aproximado puede aproximarse a un coste de distorsión de frecuencia. El cálculo de un coste de distorsión de frecuencia típicamente requiere que el codificador de vídeo calcule un bloque predicho utilizando cada uno de los modos de predicción intra, determine una diferencia entre cada uno de los bloques predichos y el bloque actual (que comúnmente se conoce como un "bloque residual" que especifica los valores de píxel residuales indicados anteriormente), transforme cada uno de los bloques residuales desde el dominio espacial al dominio de la frecuencia, cuantice cada uno de los bloques residuales transformados para generar bloque de vídeo codificado correspondiente y, a continuación decodifique el bloque de vídeo codificado, comparando cada uno de los bloques de vídeo decodificados con el bloque actual para determinar una métrica de distorsión. Además, este análisis de la distorsión de frecuencia implica el cálculo, para cada uno de los modos de predicción intra, de la cantidad de bits usados para indicar cada uno de los bloques de vídeo codificados. Por lo tanto, el codificador de vídeo puede calcular un coste aproximado en lugar de llevar a cabo este análisis de la distorsión de frecuencia para cada uno de los bloques predichos utilizando uno correspondiente de los 35 modos de predicción intra.

En algunos ejemplos, el codificador de vídeo puede calcular un coste aproximado para cada uno de los bloques predichos usando cada uno de los modos de predicción intra. Por ejemplo, el codificador de vídeo puede calcular inicialmente 35 costes aproximados correspondientes a cada uno de los 35 modos de predicción intra. El codificador de vídeo puede realizar a continuación un análisis tasa-distorsión completo para algún subconjunto de modos de predicción intra ya que el coste aproximado puede aproximarse de forma incorrecta a un coste tasa-distorsión en ciertas circunstancias.

Aunque la simplificación anterior usando un subconjunto puede reducir la cantidad de cálculos requeridos en comparación con la búsqueda de fuerza bruta, tales técnicas en general todavía requieren 35 cálculos de los costes

aproximados correspondientes a cada uno de los 35 modos de predicción intra. Si bien tales técnicas pueden reducir el número de veces que el codificador de vídeo lleva a cabo el análisis de la distorsión de frecuencia con cálculos complejos, este proceso tal vez no sea muy adecuado para la codificación en tiempo real o la codificación casi en tiempo real de datos de vídeo, dada la complejidad y el tiempo requerido para calcular los costes aproximados para cada uno de los 35 modos. En algunos entornos de codificación de vídeo en tiempo real, los requisitos de procesamiento para calcular los costes aproximados para todos los modos posibles podrá superar las limitaciones de diseño.

De acuerdo con las técnicas descritas en esta divulgación, el codificador de vídeo 20 puede reducir aún más el número de modos en que se realiza el análisis de la distorsión de frecuencia, potencialmente reduciendo de ese modo el tiempo y la complejidad asociados con la realización de un proceso de predicción intra. Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede determinar inicialmente un subconjunto de modos de predicción predefinidos que estadísticamente es más probable que se utilicen al realizar predicción intra. El codificador de vídeo 20 puede entonces refinar el subconjunto mediante la búsqueda de modos de predicción intra adicionales que proporcionan un coste más bajo aproximado de distorsión de frecuencia. Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede identificar un modo de predicción intra en la búsqueda que ofrezca un coste aproximado de distorsión de frecuencia más bajo.

Basándose en un coste de distorsión aproximado asociado con el modo de predicción intra identificado, el codificador de vídeo 20 puede añadir el modo identificado al subconjunto y/o sustituir un modo predefinido en el subconjunto por el modo identificado. De esta manera, el codificador de vídeo 20 puede refinar el subconjunto de modos de predicción para incluir modos que proporcionen un coste aproximado de distorsión de frecuencia más bajo. En consecuencia, el codificador de vídeo 20 puede llevar a cabo análisis de distorsión de frecuencia completo solo para los modos de predicción intra identificados en el subconjunto de modos de predicción intra en lugar de todos los posibles modos de predicción intra. Dado que el número de modos de predicción intra en el conjunto actual puede ser menor que el número total de modos de predicción intra y proporcionar un coste aproximado distorsión de frecuencia más bajo, las técnicas de la divulgación pueden reducir los requisitos de complejidad y de procesamiento para llevar a cabo la selección de modo. En algunos ejemplos, la reducción de tales requisitos de procesamiento puede mejorar el rendimiento de codificación de vídeo en codificadores de vídeo de procesamiento en paralelo y/o en serie. Al reducir el tiempo y la complejidad asociados con realizar el proceso de predicción intra, el codificador de vídeo 20 puede llevar a cabo la codificación de vídeo en tiempo real o la codificación de vídeo casi en tiempo real.

La FIG. 4B es un diagrama de bloques que ilustra una representación conceptual de un bloque actual para ser codificada de forma intra-predictiva y los bloques contiguos, de acuerdo con las técnicas descritas en esta divulgación. La FIG. 4B ilustra un ejemplo de un bloque actual 100, que se puede denominar una unidad de codificación actual ("CU actual") y dos bloques contiguos, el bloque 102 ("bloque A") y el bloque 104 ("bloque B"), que pueden considerarse durante la intra-codificación. Por ejemplo, un codificador de vídeo puede considerar los modos de predicción intra usados para codificar el bloque contiguo 102 (situado a la izquierda del bloque actual) y el bloque contiguo 104 (situado por encima del bloque actual) como los modos de intra más probables del bloque actual.

Como se ha descrito anteriormente en las FIGs. 2 y 4A, un codificador de vídeo puede calcular un coste aproximado que puede aproximarse a un coste de distorsión de frecuencia, en lugar de calcular los costes totales de distorsión de frecuencia. En lugar de calcular el coste aproximado para cada uno de los posibles modos de predicción intra, un codificador de vídeo puede identificar uno o más de los llamados modos de predicción intra "más probables" durante la codificación de predicción intra. Para identificar un modo más probable, un codificador de vídeo puede identificar un modo de predicción intra de los bloques previamente codificados (que a menudo son bloques contiguos que son adyacentes al bloque actual). Los modos de intra de estos llamados bloques contiguos pueden tener una probabilidad relativamente alta de ser iguales o similares al bloque actual debido a una proximidad espacial de los bloques contiguos al bloque actual. Un codificador de vídeo puede reducir el número de cálculos coste aproximados solo a estos modos más probables o estos modos más probables y otros modos probables (tales como los modos de DC y planar) que es estadísticamente más probable que se utilicen al realizar predicción intra que otros modos.

Un codificador de vídeo puede formar una lista de un tamaño identificado arriba (de 8 a 10 para bloques de un 8x8 tamaño o menos y de 3 a 5 para bloques de un tamaño mayor que 8x8), ordenando a los modos de predicción intra que tengan el coste aproximado más bajo en la lista por sus respectivos costes. Es decir, el modo de coste más bajo puede estar colocado primero en la lista, seguido por el segundo modo de coste más bajo, etc. El codificador de vídeo puede entonces identificar los modos más probables basándose en los modos de predicción intra usados para codificar los bloques contiguos y añadir estos modos a la lista, ya sea añadiendo estos modos a la lista. En algunos casos, estos modos más probables pueden ya estar presentes en la lista, con lo cual el codificador de vídeo no vuelve a añadir este modo más probable a la lista. El codificador de vídeo puede a continuación realizar el análisis de distorsión de frecuencia completo con respecto a los modos de la lista, reduciendo así el número de bloques predichos para los cuales el codificador de vídeo lleva a cabo el análisis de distorsión de frecuencia completo.

Si bien este proceso puede reducir el número de veces que el codificador de vídeo lleva a cabo el análisis de la distorsión de frecuencia con cálculos complejos, este proceso todavía tal vez no sea muy adecuado para la codificación en tiempo real o la codificación casi en tiempo real de datos de vídeo, dada la complejidad y el tiempo

requerido para realizar cálculos de costes aproximados para cada uno de los 35 modos. De acuerdo con las técnicas descritas en esta divulgación, un codificador de vídeo en paralelo, tal como el codificador de vídeo 20 en algunos ejemplos, (es decir, un codificador de vídeo que codifica los bloques contiguos 102 y 104 simultáneamente con el bloque actual de codificación 100) solamente puede calcular los costes aproximados para una subconjunto del total de 35 modos de predicción intra ilustrados en la FIG. 4A, lo cual puede reducir de ese modo la complejidad de selección de modo y proporcionar ahorros de costes en términos de producción de codificador de vídeo 20.

En funcionamiento, el codificador de vídeo 20 puede calcular un coste aproximado para cada modo de predicción intra identificado en un conjunto predefinido de modos de predicción intra que incluye al menos un modo de predicción intra, pero menos de un número total de modos de predicción intra disponibles para la codificación de un bloque actual de los datos de vídeo. A menudo, este conjunto predefinido incluye los modos que se observa que tienen más probabilidades estadísticas de ser utilizados cuando se realiza una predicción intra. En algunos casos, este conjunto predefinido puede ser fijo. Este conjunto predefinido puede, en este momento, comprender un conjunto actual de modos de predicción intra para el bloque actual. En algunos casos, el conjunto predefinido puede estar formado por el modo planar, los modos probables de modo y modos angulares muestreados con un desplazamiento de muestreo.

El codificador de vídeo 20 puede entonces buscar modos de predicción intra adicionales (por ejemplo, como se representa en la FIG. 4A), añadiendo los modos de predicción intra adicionales al conjunto actual de modos de predicción intra. En algunos ejemplos, esta búsqueda puede ser similar a una búsqueda binaria, en la que el codificador de vídeo 20 empieza desde el modo en el conjunto predefinido de modos de predicción intra que tiene el coste aproximado calculado relativo más bajo entre los costes aproximados calculados para cada modo identificado en el conjunto predefinido de modos de predicción intra.

Para ilustrar, el modo 26 puede tener el coste más bajo aproximado. Bajo este supuesto, el codificador de vídeo 20 puede comenzar la búsqueda desde el modo 26, en el que el valor del modo, es decir, 26, se disminuye y aumenta un cierto desplazamiento F para llegar a $26 + F$ y $26 - F$. El codificador de vídeo 20 puede entonces calcular los costes aproximados para cada uno de los modos de $26 + F$ y $26 - F$ y selecciona el modo con los costes aproximados más bajos entre los modos de 26 , $26 + F$ y $26 - F$. El codificador de vídeo 20 puede a continuación sustituir un modo en el conjunto actual basándose en esta comparación, por ejemplo, sustituyendo el modo 26 en el conjunto actual con el modo seleccionado que tiene los costes aproximados más bajos entre los modos de 26 , $26 + F$ y $26 - F$.

El codificador de vídeo 20 a continuación repite la búsqueda de esta manera, reducir a la mitad F a $F/2$, volviendo a centrar la búsqueda en el modo de 26 (si ninguno de los modos $26 + F$ o el modo $26 - F$ tenían un coste aproximado inferior al modo 26), el modo $26 + F$ (si el modo $26 + F$ se añadió al conjunto actual) o el modo $26 - F$ (si el modo $26 - F$ se añadió al conjunto actual). El codificador de vídeo 20 continúa el proceso de búsqueda hasta que F se divide en un número fraccionario (suponiendo que F comienza como un valor que es una potencia de dos).

De esta manera, el codificador de vídeo 20 puede buscar modos de predicción intra adicionales basándose en los costes aproximados calculados para los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra y calcular los costes aproximados para cada uno de los modos de predicción intra adicionales. El codificador de vídeo 20 puede agregar los modos de predicción intra adicionales al conjunto actual de modos de predicción intra basándose en una comparación de los costes aproximados calculados para cada uno de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra y los costes aproximados calculados para los modos de predicción intra adicionales.

La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones a modo de ejemplo de un codificador de vídeo, tal como el codificador de vídeo 20 mostrado en la FIG. 2, que reducen la complejidad de la selección del modo a la hora de seleccionar a partir de múltiples modos de predicción diferentes. En concreto, el codificador de vídeo 20 puede construir un conjunto de candidatos inicial que incluye los modos predefinidos, y postprocesar, el conjunto actual. Aunque no se representa en la FIG. 5, el codificador de vídeo 20 puede, en algunos ejemplos, refinar el conjunto actual para identificar mejor los modos con costes aproximados bajos, que se ilustra con más detalle en la FIG. 8. En la realización de estas técnicas de la divulgación, el codificador de vídeo 20 puede reducir el número de modos en el conjunto actual. El codificador de vídeo 20 puede usar la lista de candidatos postprocesados en un proceso de optimización de distorsión de frecuencia y seleccionar un mejor modo (por ejemplo, la distorsión de frecuencia más baja) para intra-predicir un bloque actual.

Inicialmente, el codificador de vídeo 20 puede calcular un coste aproximado para cada modo de predicción intra identificado en un conjunto actual de modos de predicción intra que incluye un conjunto predefinido de modos de predicción intra que tiene al menos un modo de predicción intra (120). El conjunto actual de modos de predicción intra puede incluir menos modos de predicción intra que un número total de modos de predicción intra disponibles para la codificación de un bloque actual de los datos de vídeo. El conjunto predefinido de modos de predicción intra puede incluir aquellos modos que se ha observado que es estadísticamente más probable que se utilicen al realizar predicción intra. Es decir, en algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede determinar una o varias estadísticas que indican el número de veces que uno o más modos se seleccionan, y basándose, al menos en parte,

en las estadísticas, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar los modos incluidos en el primer conjunto de modos de predicción intra.

5 Como se ha descrito anteriormente en la FIG. 2, el conjunto predefinido se puede formar mediante el modo planar, los modos probables de modo y los modos angulares muestreados con un desplazamiento de muestreo. Dado que el modo planar y los modos más probables pueden aparecer a menudo como el modo seleccionado final, el codificador de vídeo 20 puede determinar los costes aproximados de estos respectivos modos en el conjunto actual como se describe más adelante.

10 Para identificar los modos más probables incluidos en el conjunto predefinido, el codificador de vídeo 20 puede identificar uno o más modos de predicción intra de bloques previamente codificados. Los bloques codificados anteriores pueden ser bloques contiguos que son adyacentes al bloque actual, como se ilustra en la FIG. 4B. Los modos más probables pueden tener una probabilidad relativamente alta de ser el mismo o similar al bloque actual debido a una proximidad espacial de los bloques contiguos con el bloque actual. En consecuencia, el codificador de vídeo 20 puede identificar los modos más probables, calcular los costes aproximados de los modos más probables e incluir los modos respectivos en el conjunto actual (122).

20 Para identificar uno o más modos angulares utilizando un desplazamiento de muestreo, el codificador de vídeo 20 puede muestrear uno o más modos angulares incluidos en el grupo de todos los posibles modos de predicción intra-angulares, como se describe adicionalmente con respecto a la FIG. 6. El codificador de vídeo 20 tal vez no calcule los costes aproximados para todos los modos de predicción angulares con el fin de reducir el número de cálculos de costes aproximados. En su lugar, el codificador de vídeo 20 puede muestrear uno o más modos angulares usando un desplazamiento. En algunos ejemplos, mediante el uso de un desplazamiento para seleccionar los modos para el cálculo aproximado, el codificador de vídeo 20 puede muestrear de manera uniforme un subconjunto del total de posibles modos de predicción angulares. Usando una lista de corte como se describe en las FIGs. 2 y 6, el codificador de vídeo 20 puede excluir uno o más modos angulares muestreados del conjunto actual.

30 Al generar inicialmente el conjunto actual que incluye los modos de predicción intra predefinidos y/o modos de predicción intra angulares, el codificador de vídeo 20 puede realizar postprocesamiento en la lista actual (que se ilustra también en las FIGs. 7A, 7B). Mientras que los modos más probables pueden ocurrir con las probabilidades más altas como el modo para intra-predicir bloques, los modos más probables no necesariamente pueden tener pequeños costes aproximados.

35 Para postprocesar el conjunto actual, el codificador de vídeo 20 puede determinar un modo más probable con el coste aproximado más bajo de todos los posibles modos más probables. Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar un modo asociado con un coste aproximado más bajo de un grupo de todos los posibles modos más probables (124). La unidad de selección de modo 43 puede comparar este modo de predicción intra más probable que presenta el coste aproximado más bajo con un umbral.

40 El codificador de vídeo 20 puede determinar si la comparación satisface un umbral (126). Por ejemplo, si el codificador de vídeo 20 determina que la diferencia entre el coste aproximado del modo de predicción intra más probable tiene el coste aproximado más bajo y el coste aproximado de un modo de predicción intra no más probable en el conjunto actual es menor que una valor de umbral (130), el codificador de vídeo 20 puede añadir el modo más probable en lugar del modo de no más probable al cual se comparó el modo más probable (132). En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede dividir aún más la diferencia por el coste aproximado del modo de no más probable cuando se realiza la comparación. En otros ejemplos, si el codificador de vídeo 20 determina que la comparación del coste aproximado no satisface un umbral (128), el codificador de vídeo 20 puede determinar si se debe seleccionar otro modo más probable.

50 El codificador de vídeo 20 puede determinar si se debe seleccionar otro modo más probable de todos los posibles modos más probables (124). Por ejemplo, si el codificador de vídeo 20 determina que existe otro modo más probable no evaluado todavía por el codificador de vídeo 20 (por ejemplo, un modo más probable con el siguiente coste aproximado más bajo), el codificador de vídeo 20 puede seleccionar el coste aproximado asociado con ese modo más probable seleccionado hace poco (124) y repetir una o más de las operaciones (124) – (134). De forma alternativa, si no existen modos más probables no comprobados, y/o el codificador de vídeo 20 no selecciona otro modo más probable (138), el codificador de vídeo 20 puede generar un coste total de distorsión de frecuencia para cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual (140).

60 Tras la generación de los costes totales de distorsión de frecuencia para los respectivos modos de predicción intra del conjunto actual, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar un modo de predicción intra del conjunto actual basado en los costes de distorsión de frecuencia completos (142). En un ejemplo alternativo, el codificador de vídeo 20 no puede llevar a cabo un análisis de distorsión de frecuencia completo de uno o más modos del conjunto actual y seleccionar un modo de predicción intra a partir del conjunto actual establecido basándose en un coste aproximado. En cualquier caso, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar, por ejemplo, un modo de predicción intra. En otros ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar un modo de predicción intra que no esté asociado con el coste más bajo aproximado.

65

Al seleccionar un modo de predicción intra, el codificador de vídeo 20 puede llevar a cabo predicción intra para codificar el bloque actual usando el modo seleccionado (144). De esta manera, las técnicas expuestas en esta descripción pueden proporcionar un proceso de decisión de modo rápido para la predicción intra. Estas técnicas pueden, en algunos casos, reducir el número de cálculos de coste aproximado a menos de 17. En algunos ejemplos, estas técnicas pueden reducir el número de cálculos de costes totales de distorsión de frecuencia a 3 (para el tamaño de PU de 4x4 y 8x8) y 2 (para tamaño de PU mayor que 8x8)

La FIG. 6 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones a modo de ejemplo de un codificador de vídeo, tal como el codificador de vídeo 20 mostrado en la FIG. 2, para construir inicialmente un conjunto actual de modos de predicción intra, de acuerdo con técnicas de la divulgación. Específicamente, en la FIG. 6, el codificador de vídeo 20 puede construir el conjunto actual inicial que incluye uno o más modos predefinidos y/o modos angulares.

Inicialmente, el codificador de vídeo 20 puede determinar uno o más modos de predicción intra predefinidos y calcular un coste aproximado para cada modo (160). Ejemplos de tales modos de predicción intra predefinidos pueden incluir el modo 0 (el modo planar) y el modo 1, ya que estos modos a menudo aparecen en el modo de predicción intra seleccionado final. El codificador de vídeo 20 puede determinar los costes aproximados de los modos e insertar los modos en el conjunto actual, que puede tener una longitud N . En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 inserta los modos en el conjunto actual en orden ascendente de coste aproximado. En HM, N se establece en 8 para el tamaño de la PU de 4x4 y 8x8, 3 para el tamaño de la PU superior a 8x8. Cuanto menor sea el número N , menor es el número de cálculos de costes de distorsión de frecuencia que el codificador de vídeo 20 puede llevar a cabo. Para obtener un equilibrio mejorado de la complejidad y la eficacia de la codificación, el codificador de vídeo 20 puede configurar N a 3 para el tamaño de la PU de 4x4 y 8x8, 2 para el tamaño de la PU de 16x16 y 32x32.

El codificador de vídeo 20 puede a continuación determinar uno o más modos más probables y calcular un coste aproximado para cada modo (162). Para identificar los modos más probables, el codificador de vídeo 20 puede identificar un modo de predicción intra de bloques previamente codificados. Los bloques codificados anteriores pueden ser bloques contiguos que son adyacentes al bloque actual. En algunos casos, hay tres modos más probables. Los dos primeros son los modos de predicción intra de las PU situadas arriba y a la izquierda si esas PU están disponibles y están codificadas mediante un modo de predicción intra. Cualquier modo de predicción no disponible se considera que es el modo de DC intra. Cuando los dos modos más probables no son iguales, el tercer modo más probable se fija igual a Intra_Planar, Intra_DC o Intra_Angular [26] (vertical), de acuerdo con cuál de estos modos, en este orden, no es un duplicado de uno de los primeros dos modos. Cuando los dos primeros modos más probables son los mismos, si este primer modo tiene el valor Intra planar o Intra DC, el segundo y tercer modos más probables son asignados como Intra_Planar, Intra_DC, o Intra_Angular [26], de acuerdo con cuál de estos modos, en este orden, no son duplicados. Cuando los dos primeros modos más probables son los mismos y el primer modo tiene un valor angular Intra, el segundo y tercer modos más probables son elegidos como los dos modos angulares de predicción que son los más cercanos al ángulo (es decir, el valor de k) del primero.

Los modos más probables pueden tener una probabilidad relativamente alta de ser el mismo o similar al bloque actual debido a una proximidad espacial de los bloques contiguos con el bloque actual. En consecuencia, el codificador de vídeo 20 puede determinar los costes aproximados de los modos más probables e insertar los modos en el conjunto actual. En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 inserta los modos en el conjunto actual en orden ascendente de coste aproximado.

El codificador de vídeo 20 puede también añadir uno o más modos angulares de predicción intra al conjunto actual. Para reducir el número de cálculos de costes aproximados, el codificador de vídeo 20 tal vez no calcule los costes aproximados para cada posible modo de predicción intra-angular. En su lugar, el codificador de vídeo 20 puede muestrear uniformemente los modos de predicción intra angulares con un desplazamiento. En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 tampoco puede calcular los costes aproximados para uno o más modos de predicción intra incluidos en una lista de corte que se describe más adelante.

Para mostrar uno o más modos angulares, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar un modo angular inicial (164). En algunos ejemplos, el modo angular inicial puede ser un modo angular con un índice de modo de 2. En otros ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede determinar el modo angular inicial basado en el desplazamiento. Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar como modo inicial el modo que tiene un índice igual al desplazamiento o un valor que se basa al menos en parte en el desplazamiento.

El codificador de vídeo 20 puede a continuación determinar si el índice del modo angular seleccionado es mayor que el número total de posibles modos angulares (166). Por ejemplo, el número total de modos angulares puede ser igual a 33 y el codificador de vídeo 20 puede determinar si el modo angular seleccionado (por ejemplo, el modo de predicción intra 2) es inferior a 33. Tras la determinación de que el índice del modo angular seleccionado es menor que el número total de posibles modos angulares (168), el codificador de vídeo 20 puede determinar si el modo angular seleccionado está en una lista de corte. Una lista de corte puede incluir modos de predicción intra que se seleccionan con bajas o las mínimas probabilidades. En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede

determinar una lista de corte basándose en las estadísticas recogidas. Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede determinar redundancias en los 33 modos angulares. Como un ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede usar el modo 2 y el modo de 34 para predecir la misma dirección de borde en una imagen. Dado que el codificador de vídeo 20 puede comprobar primero el modo 2, cuando el codificador de vídeo 20 selecciona los modos angulares en orden ascendente, el codificador de vídeo 20 es poco probable que inserte el modo 34 en el conjunto actual. En algunos ejemplos, el modo 34 se puede producir con probabilidades muy bajas.

En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede obtener la lista de corte mediante la determinación del número de modos seleccionados por la optimización de distorsión de frecuencia completa. De esta manera, el codificador de vídeo 20 puede obtener una distribución de los modos de predicción intra. Por ejemplo, las probabilidades de los modos de predicción intra seleccionadas por el codificador de vídeo 20 pueden depender de uno o más modos más probables, es decir, los modos de predicción intra de las PU contiguas codificadas previamente, tales como las PU izquierda y por encima de la PU actual.

Como un ejemplo de las listas de corte que se basa en uno o más modos más probables, el codificador de vídeo puede usar un valor de 4 como el desplazamiento. Para PU de 32x32, la lista de corte seleccionada por el codificador de vídeo 20 puede depender del modo de predicción de la PU de la izquierda, y una tabla de lista de corte que incluye múltiples listas de corte puede definirse como:

```

UInt Modes2Cut[35][6] = {{34,14,18,22,2,30}, {34,14,18,30,22,2}, {14,22,18,34,30,10}, {18,22,14,30,34,2},
{22,14,18,34,30,2}, {22,18,14,30,34,2}, {22,34,18,30,14,2}, {22,34,18,14,30,2}, {22,18,34,30,14,2},
{22,18,34,2,14,30}, {34,18,22,2,14,30}, {18,22,34,2,30,14}, {22,34,2,18,30,14}, {34,22,2,18,30,6},
{34,30,2,18,22,6}, {34,2,22,30,10,18}, {34,2,22,30,10,14}, {34,2,22,30,14,10}, {34,30,2,14,22,10},
{34,14,2,30,10,22}, {14,34,30,2,10,6}, {34,14,30, 2,10,18}, {34,14,18,2,10,30}, {14,34,18,2,10,30},
{14,18,34,2,6,30}, {34,14,18,2,30,22}, {34,18,14,22,2,30}, {14,34,18,2,22,30}, {14,34,18,22,2,6},
{14,18,34,22,2,6}, {18,14,22,34,6,2}, {14,18,22,34,6,10}, {14,18,22,34,6,10}, {22,14,18,10,6,30},
{22,14,18,30,10,6}}.
    
```

En consecuencia, si el modo de predicción intra de la PU contigua de la izquierda es 2, entonces la lista de corte seleccionada por el codificador de vídeo 20 es {14,22,18,34,30,10}. En la tabla anterior, los modos {34, 14, 18, 22} aparecen el mayor número de las veces. En consecuencia, en algunos ejemplos, una lista de corte independiente del bloque contiguo puede ser {34, 14, 18, 22}.

En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede construir una lista de corte basándose en los modos de predicción de los modos de PU contiguos y modos más probables. Por ejemplo, si los modos de predicción de las PU contiguas de la izquierda y las PU contiguas de arriba son la misma, el codificador de vídeo 20 puede determinar que esos modos se asocian con altas probabilidades, mientras que los modos que son ortogonales a (por ejemplo, ángulos de 90 grados) los modos de alta probabilidad tienen menos probabilidades de ser seleccionados. Por lo tanto, el codificador de vídeo 20 puede construir una lista de corte que incluye los modos que tienen menos probabilidades de ser seleccionados basándose en los modos de los bloques contiguos.

El codificador de vídeo 20 también puede determinar, en algunos ejemplos, que la diferencia entre los índices de los modos menos probables y los índices de los modos contiguos o modos más probables es de aproximadamente un valor entre o igual a 11 a 13. El codificador de vídeo 20 puede incluir en la lista de corte esos modos cuyo índice de modo es diferente de un índice de modo más probable en un valor aproximadamente entre o igual a 11 a 13. En consecuencia, si el codificador de vídeo 20 determina que dos modos contiguos están cerca pero no son iguales, a continuación, el codificador de vídeo 20 puede incluir en la lista de corte aquellos modos que hay en ambos lados, numéricamente, de los modos con una diferencia de más de V. En algunos ejemplos, V puede ser igual a un valor entre 8 y 12 (por ejemplo, 10). De forma alternativa, si el codificador de vídeo 20 determina que los dos modos contiguos están muy separados (por ejemplo, una gran diferencia entre los índices de modo de los dos modos), el codificador de vídeo 20 puede incluir en la lista de corte uno o varios modos en el punto medio y/o en el modo que tiene un índice de modo entre los respectivos índices de modo de los dos modos contiguos.

En el ejemplo de la FIG. 5, el codificador de vídeo 20 puede determinar si el modo angular seleccionado está en una lista de corte (170). Si el modo angular seleccionado está en la lista de corte (172), el codificador de vídeo 20 tal vez no determine el coste aproximado del modo e inserte el modo angular seleccionado en el conjunto actual. El codificador de vídeo 20 puede determinar entonces el siguiente índice angular basándose en el desplazamiento seleccionado por el codificador de vídeo 20. Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede incrementar el índice del modo angular seleccionado en el desplazamiento en un ejemplo. En otro ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede aplicar una función para el índice del angular seleccionado utilizando el desplazamiento para determinar el siguiente índice de modo angular.

Si el codificador de vídeo 20 determina que el modo angular seleccionado no está en la lista de corte (174), el codificador de vídeo puede a continuación determinar si se ha calculado previamente un coste aproximado para el modo angular seleccionado (176). Si se ha calculado previamente el coste aproximado para el modo angular seleccionado (178), el codificador de vídeo 20 puede a continuación determinar el siguiente índice de modo angular

basándose en el desplazamiento seleccionado por el codificador de vídeo 20, como se ha descrito anteriormente. Si, sin embargo, el coste aproximado no se ha calculado para el modo angular seleccionado (180), el codificador de vídeo 20 puede calcular el coste aproximado para el modo seleccionado (182). El codificador de vídeo 20 puede a continuación insertar el modo angular en el conjunto actual (184). En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 a continuación determina el siguiente índice angular basándose en el desplazamiento seleccionado por el codificador de vídeo 20, como se ha descrito anteriormente. Como se ilustra en la FIG. 6, el codificador de vídeo 20 solo puede calcular el coste aproximado de un modo angular si el modo no está en la lista de corte y no se ha comprobado antes. En consecuencia, el número de cálculos de costes aproximados N_1 puede ser:

$$N_1(\text{SATD}) = 1(\text{planar}) + 3(\text{MPMs}) + \left\lceil \frac{33}{\text{offset}} \right\rceil - K$$

donde el *desplazamiento* es el desplazamiento de muestreo para los modos angulares y K es la longitud de la lista de corte.

En algunos ejemplos, si el siguiente índice de modo angular generado es mayor que el número total de posibles modos angulares (167), el codificador de vídeo 20 puede determinar si el coste aproximado más bajo en el conjunto actual se asocia con un modo angular (188). Si el coste aproximado más bajo en el conjunto actual se asocia con un modo angular (190), el codificador de vídeo 20 puede refinar los modos de predicción intra en el conjunto actual. Otros detalles de las operaciones de refinamiento se describen en la FIG. 8. De forma alternativa, si el codificador de vídeo 20 determina que el coste aproximado más bajo en el conjunto actual no está asociado con un modo angular (por ejemplo, el coste aproximado más bajo está asociado con uno de los modos predefinidos, tales como modo planar o modo de DC, incluido en conjunto actual), el codificador de vídeo 20 puede procesar posteriormente el conjunto actual como se describe adicionalmente en las figuras. 7A y 7B (194) sin refinar aún más el conjunto actual.

La FIG. 7A es un diagrama de flujo que ilustra operaciones a modo de ejemplo de un codificador de vídeo, tales como el codificador de vídeo 20 mostrado en la FIG. 2, para al postprocesar un conjunto actual de modos de predicción intra. Específicamente, en la FIG. 5, el codificador de vídeo 20 puede realizar el postprocesamiento del conjunto (por ejemplo, un conjunto actual) de los modos de predicción intra previamente generados por el codificador de vídeo 20.

En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede identificar los modos más probables que se seleccionan con probabilidades altas y/o número de veces que ocurren. Dado que un coste aproximado es solo un valor aproximado del coste de distorsión de frecuencia completo, los modos más probables tal vez no tengan unos costes aproximados pequeños. Por otro lado, utilizando solo los modos más probables como los modos de candidatos para llevar a cabo el análisis de la distorsión de frecuencia completo puede resultar en una reducción del rendimiento en algunos ejemplos. Por lo tanto, las técnicas de la divulgación implementadas por el codificador de vídeo 20 pueden emplear ambos modos más probables y costes aproximados cuando se selecciona uno o más modos de predicción intra como se ilustra adicionalmente en las FIGs. 7A y 7B. Es decir, en algunos ejemplos, el conjunto actual de modos de predicción intra puede incluir los modos más probables y los modos que tienen unos costes aproximados pequeños. Las FIGs. 7A y 7B ilustran postprocesamiento de un conjunto actual basándose en el coste aproximado y los modos más probables. En algunos ejemplos, el conjunto actual puede ser un conjunto actual de modos de predicción intra que se genera de acuerdo con las técnicas ilustradas en la FIG. 6. En algunos ejemplos, el conjunto actual puede ser un conjunto actual de modos de predicción intra que se refina de acuerdo con las técnicas ilustradas en la FIG. 8.

Como se ha descrito previamente en el ejemplo de la FIG. 6, el codificador de vídeo 20 puede determinar si uno o más modos más probables no incluidos en la lista actual tienen valores de costes aproximados inferiores a uno o más modos en el conjunto actual. Si el codificador de vídeo 20 determina que una diferencia en coste aproximado entre un modo más probable no incluido en el conjunto actual y un modo de no más probable en el conjunto actual es menor que un valor de umbral, el codificador de vídeo 20 puede incluir el modo más probable en el conjunto actual, por ejemplo, mediante la sustitución del modo no más probable.

Inicialmente, el codificador de vídeo 20 puede determinar un modo más probable que tiene el coste aproximado más bajo de todos los posibles modos más probables. Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede inicialmente seleccionar un modo de una lista de modos más probables (210). El primer modo más probable seleccionado por el codificador de vídeo 20 puede ser el modo más probable asociado con el índice de modo más probable. Al seleccionar el modo más probable, el codificador de vídeo 20 puede determinar si el modo más probable seleccionado está en el conjunto actual (212) (por ejemplo, el conjunto actual generado usando técnicas ilustradas en la FIG. 6 y la FIG. 8).

Si el codificador de vídeo 20 determina que el modo más probable seleccionado se incluye en el conjunto actual (214), el codificador de vídeo 20 puede determinar si aún no se ha evaluado ningún modo más probables adicional en el grupo de todos los posibles modos más probables (226). Si los modos más probables adicionales aún no se han evaluado (228), el codificador de vídeo 20 puede seleccionar el siguiente modo más probable sin evaluar incluido en el grupo de todos los posibles modos más probables (210).

Si el codificador de vídeo 20 determina que el modo más probable seleccionado no está incluido en el conjunto actual (216), el codificador de vídeo 20 puede determinar el coste aproximado asociado con el modo más probable seleccionado. El codificador de vídeo 20 puede determinar si el coste aproximado asociado con el modo más probable seleccionado es el coste aproximado más bajo de los modos más probables previamente comprobados por el codificador de vídeo 20 (218). Es decir, el codificador de vídeo 20 puede retener el índice del modo con el coste aproximado más bajo (y el coste aproximado correspondiente del modo, en algunos ejemplos), mientras realiza las operaciones de la FIG. 7A. Si el codificador de vídeo 20 determina que el coste aproximado asociado con el modo más probable seleccionado no es menor que el coste aproximado de cualquier modo más probable comprobado previamente (222), el codificador de vídeo 20 puede determinar si cualquiera de los modos más probables adicionales en el grupo de todos los posibles modos más probables aún no ha sido comprobado (226). Es decir, el codificador de vídeo 20 tal vez no retenga el modo más probable seleccionado como el modo que tiene el coste aproximado más bajo de todos los posibles modos más probables.

Si, sin embargo, el codificador de vídeo 20 determina que el coste aproximado del modo más probable seleccionado es menor que el coste aproximado de todos los modos más probables previamente comprobados (220), el codificador de vídeo 20 puede establecer el modo más probable seleccionado como el modo con el coste aproximado más bajo (224). Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede almacenar el índice del modo más probable seleccionado como el modo con el coste aproximado más bajo de todos modos más probables evaluados. De esta manera, el codificador de vídeo 20 puede actualizar el modo más probable asociado con el coste aproximado más bajo cuando se repite a través de cada modo más probable en el grupo de todos los modos posibles, modos probables. En consecuencia, el codificador de vídeo 20 puede usar estas técnicas para buscar el grupo de todos los modos posibles, modos probables para seleccionar el modo más probable con el coste más bajo aproximado.

Como se describió anteriormente, el codificador de vídeo 20 puede a continuación determinar si cualquiera de los modos más probables adicionales en el grupo de todos los posibles modos más probables todavía no han sido evaluado (226). Si todavía no han sido evaluados los modos más probables adicionales (228), el codificador de vídeo 20 puede seleccionar el siguiente modo más probable no comprobado (210). Si, sin embargo, el codificador de vídeo 20 determina que todos los modos más probables han sido evaluados (230), el codificador de vídeo 20 puede a continuación determinar el modo asociado con el mayor coste aproximado incluido el conjunto actual (232).

En la FIG. 7B, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar este modo (por ejemplo, el modo asociado con el mayor coste aproximado incluye el conjunto actual) del conjunto actual (234). Al seleccionar el modo, el codificador de vídeo 20 puede determinar si el modo seleccionado del conjunto actual es un modo más probable (234). Si el modo seleccionado es un modo más probable (240), el codificador de vídeo 20 puede seleccionar un modo siguiente en el conjunto actual. Por ejemplo, si el conjunto actual de modos se ordena en orden descendente en función del coste aproximado y el codificador de vídeo 20 inicialmente seleccionó el modo asociado con el coste aproximado más alto, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar el siguiente modo no evaluado en el conjunto actual asociado con el siguiente coste aproximado más alto (234).

Si el codificador de vídeo 20 determina que el modo seleccionado no es un modo más probable (238), el codificador de vídeo 20 puede determinar la diferencia entre el coste aproximado del modo seleccionado en el conjunto actual (es decir, un modo no más probable) y el coste aproximado del modo más probable, previamente seleccionado por el codificador de vídeo 20 al (224) como teniendo el coste aproximado más bajo (242). El codificador de vídeo 20 puede determinar si la diferencia satisface un umbral (244). Por ejemplo, el codificador de vídeo puede determinar si la diferencia satisface un umbral de la siguiente forma:

$$\left| \frac{J_M - J}{J} \right| < T$$

donde J es el coste aproximado del modo no más probable, J_M es el coste aproximado del modo más probable previamente seleccionado por el codificador de vídeo 20 en (224) como que tiene el coste aproximado más bajo, y T es un umbral. Por ejemplo, la diferencia puede satisfacer un umbral cuando el cociente (por ejemplo, valor) es menor que el umbral. En un ejemplo diferente, la diferencia puede satisfacer un umbral cuando el cociente es mayor o igual a un umbral.

Si el codificador de vídeo 20 determina que la diferencia satisface un umbral (246), el codificador de vídeo 20 puede reemplazar el modo seleccionado del conjunto actual por el modo más probable previamente seleccionado por el codificador de vídeo 20 en (224) como que tiene el coste aproximado más bajo (250). Si el codificador de vídeo 20 determina que la diferencia no satisface un umbral (248), el codificador de vídeo 20 tal vez no pueda sustituir el modo seleccionado por el modo más probable previamente seleccionado por el codificador de vídeo 20 en (224) como que tiene el coste aproximado más bajo.

El codificador de vídeo 20 puede entonces seleccionar un modo del conjunto actual para intra-predecir el bloque actual (252). Es decir, el codificador de vídeo 20 puede llevar a cabo análisis de la distorsión de frecuencia para el

bloque actual usando los modos incluidos en el conjunto actual que ha sido postprocesado de acuerdo con las operaciones ilustradas en las FIGs. 7A y 7B. Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar un modo del conjunto actual postprocesado para intra-codificar el bloque actual. En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar un mejor modo que está asociado con el coste aproximado más bajo del conjunto actual. Al seleccionar el modo, el codificador de vídeo 20 puede llevar a cabo predicción intra para codificar el bloque actual de acuerdo con el modo seleccionado, como se describe adicionalmente en el ejemplo de la FIG. 2. De esta manera, la predicción intra se basa en el coste aproximado calculado para cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual postprocesado de los modos de los cuales el mejor modo es seleccionado por el codificador de vídeo 20.

En algunos ejemplos, también podrían usarse los costes aproximados distintos del coste SATD, tales como el SSD, SAD o frecuencias de bits estimadas. En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede realizar varias iteraciones de las técnicas anteriores hasta que el conjunto actual ya no cambie. En otros ejemplos, el codificador de vídeo 20 evalúa menos de la totalidad de los modos más probables, como limitando la evaluación a uno (cuando el modo de intra la PU de la izquierda es igual al modo de intra de la PU anterior) o dos módulos de multiprocesamiento (cuando el modo de intra de la PU de la izquierda no es igual al modo de intra de la PU anterior) para reducir la complejidad del proceso de búsqueda.

La FIG. 8 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones a modo de ejemplo de un codificador de vídeo, tal como el codificador de vídeo 20 mostrado en la FIG. 2, que reducen la complejidad de la selección del modo a la hora de seleccionar a partir de múltiples modos de predicción diferentes. Específicamente, en la FIG. 8, el codificador de vídeo 20 puede afinar un conjunto (por ejemplo, un conjunto actual) de modos de predicción intra previamente generados por el codificador de vídeo 20. Como se ha ilustrado previamente en la FIG. 6, el codificador de vídeo genera inicialmente un conjunto actual de modos de predicción intra predefinidos. Sin embargo, los modos en el conjunto actual no necesariamente tienen los costes aproximados más pequeños de todos los posibles modos de predicción intra, en parte, debido al muestreo aproximado de los modos angulares. En el ejemplo de la FIG. 8, el codificador de vídeo 20 puede implementar un proceso de refinamiento para recuperar uno o más modos con menores costes aproximados que esos modos incluidos en el conjunto actual construido inicialmente.

Inicialmente, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar un modo inicial que es el modo M angular con el coste aproximado más bajo del conjunto actual. Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede determinar inicialmente un valor de paso para seleccionar modos en el proceso de refinamiento (270). En algunos ejemplos, el valor del paso puede ser igual al valor de desplazamiento usado por el codificador de vídeo 20 para probar los modos angulares en la FIG. 6. El codificador de vídeo 20 puede a continuación seleccionar un modo del conjunto actual (272). Si el codificador de vídeo 20 determina que el modo seleccionado no es un modo angular (276), el codificador de vídeo 20 puede seleccionar el siguiente modo en el conjunto actual (272). Si el codificador de vídeo 20 determina que el modo seleccionado es un modo angular y tiene el coste aproximado más bajo de los modos angulares actualmente incluidos en el conjunto actual (278), el codificador de vídeo 20 puede proceder a actualizar el valor del paso. Por ejemplo, el valor de paso actualizado puede ser igual al presente valor de paso dividido por un número. Por ejemplo, el valor de paso actualizado puede ser igual a la presente valor de paso dividido por 2, es decir, el valor conjunto actualizado = (valor de paso actual / 2).

El codificador de vídeo 20 puede a continuación determinar si el valor de paso actualizado satisface un umbral. Por ejemplo, el vídeo 20 puede determinar que un valor de umbral sea 0. Cuando el valor del paso actualizado es menor que el umbral, el codificador de vídeo 20 puede proceder a postprocesar el conjunto actual para realizar predicción intra (296) como se ilustra con más detalle en las FIGs. 7A y 7B.

Si el valor del paso satisface un umbral (por ejemplo, el valor de paso es mayor que 0) (284), el codificador de vídeo 20 puede determinar los costes aproximados de los dos modos contiguos $M - \text{paso}$ y $M + \text{paso}$ donde M puede referirse a un índice del modo seleccionado anteriormente en (274). Por ejemplo, el codificador de vídeo 20 puede determinar un coste aproximado para un modo que tiene un índice de modo igual a la diferencia del valor de paso y el índice de modo del modo seleccionado actualmente (es decir, el modo angular seleccionado previamente asociado con el coste aproximado más bajo en el conjunto actual generado inicialmente) (288). Por ejemplo, si el índice del modo angular seleccionado previamente asociado con el coste aproximado más bajo en el conjunto actual generado inicialmente es M , el codificador de vídeo 20 puede determinar un coste aproximado para un modo que tiene un índice $M - \text{paso}$ (es decir, la diferencia entre el índice de modo de M y el valor de paso paso).

El codificador de vídeo 20 también puede determinar un coste aproximado para un modo que tiene un índice de modo igual a una suma del valor de paso y el índice de modo del modo seleccionado actualmente (es decir, el modo angular seleccionado previamente asociado con el coste aproximado más bajo del conjunto actual generado inicialmente) (290). Por ejemplo, si el índice del ángulo previamente seleccionado más asociado con el coste aproximado más bajo en el conjunto actual generado inicialmente es M , el codificador de vídeo 20 puede determinar un coste aproximado para un modo que tiene un índice $M + \text{paso}$ (es decir, la suma entre el índice de modo M y el valor de pasopaso).

Cuando el índice de modo M es un modo de límite tal como 2, o 34, el codificador de vídeo 20 puede acortar (es

decir, no seleccionar) uno o más de los modos contiguos, y en lugar de eso seleccionar el propio modo M . De forma alternativa, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar modos en una dirección numérica opuesta. Por ejemplo, si el modo $M=2$, el codificador de vídeo 20 puede obtener el modo contiguo $M - \text{paso}$ recortando a 2, o seleccionado un modo adyacente en la dirección opuesta que lleva a modo de 34. En estos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede insertar los dos modos contiguos, 2 y 34, en el conjunto actual en el orden de coste aproximado ascendente dependiendo de si sus costes aproximados son más pequeños que los del conjunto actual.

Al determinar el coste aproximado para los modos $M + \text{paso}$ y $M - \text{paso}$, el codificador de vídeo 20 puede almacenar cada uno de los dos modos respectivos en el conjunto actual. En algunos ejemplos, el codificador de vídeo 20 puede almacenar aún más el coste aproximado asociado con cada modo respectivo en el conjunto actual. En cualquier caso, el codificador de vídeo 20 puede seleccionar el modo que tiene el coste aproximado más bajo entre los modos M , $M + \text{paso}$, y $M - \text{paso}$ como el siguiente modo seleccionado a ser evaluado por el codificador de vídeo 20 (294). Es decir, el codificador de vídeo 20 puede determinar el siguiente modo seleccionado utilizando la siguiente expresión:

$$Mode = arg(\min_{m \in \{M - step, M, M + step\}} J(\text{ApproximateCost}(m)))$$

En algunas implementaciones, para reducir aún más el número de cálculos en la obtención coste aproximado, si el coste aproximado de $M - \text{paso}$ ($M \text{ paso}$) se calcula primero y se descubre que el coste aproximado de $M - \text{paso}$ ($M + \text{paso}$) es más pequeño que el del modo M , el cálculo adicional del coste aproximado de $M + \text{paso}$ ($M - \text{paso}$) puede ser omitido y el modo M se sustituye con $M - \text{paso}$ ($M + \text{paso}$). En algunas implementaciones, el conjunto actual inicialmente construido con anterioridad a la búsqueda precisa puede incluir los modos 0, 1, y el modo angular 26, y el modo 26 no está asociado con el coste aproximado más bajo en relación con los costes aproximados calculados para el modo planar 0 y el modo de CC 1, entonces la búsqueda precisa de más arriba se pueden saltar.

Al seleccionar el modo que tiene el coste aproximado más bajo entre los modos M , $M + \text{paso}$, y $M - \text{paso}$, el codificador de vídeo 20 puede actualizar el valor del paso (280). Por ejemplo, el valor de paso de actualizado puede ser igual a (valor de paso actual / 2). Como se ha descrito anteriormente, si el codificador de vídeo 20 determina que el valor de paso actualizado no satisface un umbral (por ejemplo, es menor que cero) (286), el codificador de vídeo 20 puede proceder a postprocesar el conjunto actual para realizar predicción intra en el bloque actual (296). Si el codificador de vídeo 20 determina que el valor de paso actualizado satisface un umbral (por ejemplo, es mayor que cero) (284), el codificador de vídeo 20 puede llevar a cabo el proceso ilustrado en la FIG. 8 de nuevo, usando el modo que tiene el coste más bajo aproximado entre los modos M , $M + \text{paso}$, y $M - \text{paso}$, como el modo seleccionado.

Las técnicas a modo de ejemplo de la FIG. 8 pueden dar lugar a un número de cálculos de costes aproximados N_2 (SATD) igual a $2 \log_2$ (desplazamiento). El codificador de vídeo 20 puede por consiguiente iterar a través de uno o más modos angulares, refinando el conjunto actual con los modos angulares que tienen costes aproximados más bajos, hasta que el umbral ya no se cumple. En un caso de ejemplo donde el desplazamiento de muestreo es 4 en la FIG. 6, puede haber 4 cálculos de costes aproximados en las operaciones (280) – (294) de la FIG. 8 cuando se repite a través de los modos de predicción intra angulares del conjunto actual. En consecuencia, el número total de cálculos aproximados N (SATD) puede expresarse como:

$$N(\text{SATD}) = N_1(\text{SATD}) + N_2(\text{SATD}) = 4 + \left\lceil \frac{33}{\text{offset}} \right\rceil - K + 2 \log_2(\text{step})$$

En un ejemplo donde el *desplazamiento* = 4, para el tamaño de la PU de 32x32, la longitud de la lista de corte puede ser 4, por lo que las técnicas de la divulgación pueden reducir el número total de cálculos de coste aproximado (por ejemplo, SATD) a 13. De esta manera, las técnicas de la divulgación pueden proporcionar una reducción de la complejidad en comparación con la realización de 35 cálculos de costes aproximados en otras implementaciones (por ejemplo, HM).

En algunos ejemplos, para generar un conjunto actual de modos con menores costes aproximados de promedio, el codificador de vídeo 20 puede repetir las técnicas de la FIG. 8. Por ejemplo, si los modos delante del modo evaluado inicial se actualizan en el paso anterior, el codificador de vídeo 20 puede repetir las operaciones (280) – (294) para este modo de actualización (que ahora es el modo angular con el coste aproximado más pequeño) en la lista de candidatos. Si los modos en la parte delantera del modo evaluado inicial no se actualizan en el paso anterior al (294), el vídeo codificado 20 puede repetir las operaciones (280) – (294) para el modo angular con el siguiente coste aproximado más pequeño.

En uno o más ejemplos, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones, como una o más instrucciones o código, pueden almacenarse en, o transmitirse por, un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador pueden incluir tanto medios de almacenamiento de datos informáticos como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático desde un lugar a otro. Los medios de

almacenamiento de datos pueden ser medios disponibles cualesquiera, a los que se pueda acceder desde uno o más ordenadores o uno o más procesadores para recuperar instrucciones, código y/o estructuras de datos para la implementación de las técnicas descritas en esta divulgación. A modo de ejemplo, y no de manera limitativa, tales medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, memoria flash o cualquier otro medio que pueda usarse para transportar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador. Además, cualquier conexión puede denominarse debidamente un medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde una sede de la Red, un servidor u otra fuente remota, usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, se incluyen en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco de láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos normalmente reproducen datos de manera magnética, mientras que otros discos reproducen los datos de manera óptica con láser. Las combinaciones de lo anterior también deberían incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

El código puede ser ejecutado por uno o más procesadores, tales como uno o más procesadores de señales digitales (DSP), microprocesadores de propósito general, circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), matrices lógicas de campo programable (FPGA), u otro circuito lógico integrado o discreto equivalente. Por consiguiente, el término "procesador", como se usa en el presente documento, puede referirse a cualquier estructura anterior o a cualquier otra estructura adecuada para la implementación de las técnicas descritas en el presente documento. Además, en algunos aspectos, la funcionalidad descrita en el presente documento puede proporcionarse dentro de hardware especializado y/o módulos de software configurados para la codificación y la decodificación, o incorporarse en un códec combinado. Además, las técnicas podrían implementarse completamente en uno o más circuitos o elementos lógicos.

Las técnicas de esta divulgación se pueden implementar en una amplia variedad de dispositivos o aparatos, incluyendo un equipo de mano inalámbrico, un circuito integrado (IC) o un conjunto de IC (por ejemplo, un conjunto de chips). Varios componentes, módulos o unidades se describen en esta divulgación para enfatizar aspectos funcionales de dispositivos configurados para realizar las técnicas divulgadas, pero no requieren necesariamente la realización mediante diferentes unidades de hardware. Más bien, como se ha descrito anteriormente, pueden combinarse diversas unidades en una unidad de hardware de códec, o ser proporcionadas por una colección de unidades de hardware inter-operativas, incluyendo uno o más procesadores, como se ha descrito anteriormente, conjuntamente con el software y/o firmware adecuado.

Se han descrito diversos ejemplos. Estos y otros ejemplos están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de codificación de datos de vídeo, en el que el procedimiento comprende:

- 5 obtención de una pluralidad de modos de predicción intra disponibles para codificar un bloque actual de datos de vídeo;
- 10 cálculo de un coste aproximado para cada modo de predicción intra identificado en un conjunto actual de modos de predicción intra de la pluralidad de modos de predicción intra que incluye un conjunto predefinido de modos de predicción intra que presenta al menos un modo de predicción intra, en el que el conjunto actual de modos de predicción intra incluye menos modos de predicción intra que la pluralidad de modos de predicción intra disponibles para codificar el bloque actual de los datos de vídeo;
- 15 cálculo de un coste aproximado para uno o más modos de predicción intra más probables para el bloque actual determinado basándose en unos modos de predicción intra usados para codificar uno o más bloques contiguos de datos de vídeo adyacentes al bloque actual;
- 20 comparación de cada uno de los costes aproximados calculados para el uno o más modos de predicción intra más probables con un umbral;
- 25 reemplazo de uno o más de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra por el uno o más modos de predicción intra más probables si la comparación satisface el umbral;
- 30 realización de un análisis tasa-distorsión con respecto a cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra para determinar un coste tasa-distorsión para cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra después de dicho reemplazo de uno o más de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra por el uno o más modos de predicción intra más probables basándose en las comparaciones; y
- 35 realización de codificación de predicción intra con respecto al bloque actual de acuerdo con uno de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra basándose en los costes tasa-distorsión determinados para codificar el bloque actual.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

- 40 búsqueda de modos de predicción intra adicionales basándose en unos costes aproximados calculados para los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra;
- 45 cálculo de unos costes aproximados para cada uno de los modos de predicción intra adicionales; y
- adición de los modos de predicción intra adicionales al conjunto actual de modos de predicción intra basándose en una comparación de los costes aproximados calculados para al menos uno de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra y al menos uno de los costes aproximados calculados para los modos de predicción intra adicionales.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

- 50 determinación de si un modo asociado con un coste aproximado más bajo que está incluido en el conjunto actual es un modo angular; y
- 55 en respuesta a la determinación de que el modo asociado con el coste aproximado más bajo que está incluido en el conjunto actual es un modo angular, búsqueda de modos de predicción intra adicionales basándose en los costes aproximados calculados para los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

- 60 selección de un modo angular entre una pluralidad de modos angulares;
- 65 determinación de si el modo angular está incluido en una lista de corte, en el que la lista de corte comprende al menos un modo de predicción intra que aparece con una probabilidad que no satisface un umbral; y
- en respuesta a la determinación de que el modo angular está incluido en la lista de corte, no

determinación de un coste aproximado para el modo angular.

5. El procedimiento según la reivindicación 4, en el que el modo angular es un primer modo angular, comprendiendo además el procedimiento:

5 determinación de un segundo modo angular basándose al menos en parte en un desplazamiento respecto al primer modo angular;

10 en respuesta a la determinación de que el segundo modo angular no está incluido en una lista de corte:

cálculo de un coste aproximado asociado con el segundo modo angular; e

inserción del segundo modo angular en el conjunto actual.

- 15 6. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

determinación de un modo más probable asociado con un coste aproximado más bajo entre una pluralidad de modos más probables;

20 determinación de un valor basándose al menos en parte en una diferencia entre el modo más probable y al menos un modo del conjunto actual; y

en respuesta a la determinación de que el valor satisface un umbral, inserción del modo más probable en el conjunto actual para reemplazar el al menos un modo del conjunto actual.

- 25 7. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

determinación de un primer modo angular asociado con un coste aproximado más bajo del conjunto actual, en el que el primer modo angular está asociado con un primer índice de modo;

30 determinación de un segundo modo angular asociado con un segundo índice de modo que comprende una suma del primer índice de modo angular y un valor de paso; y

35 determinación de un tercer modo angular asociado con un tercer índice de modo que comprende una diferencia del primer índice de modo angular y el valor de paso.

8. El procedimiento según la reivindicación 7, en el que el coste aproximado más bajo asociado con el primer modo angular es un primer coste aproximado, comprendiendo además el procedimiento:

40 determinación de un segundo coste aproximado asociado con el segundo modo angular;

determinación de un tercer coste aproximado asociado con el tercer modo angular; y

45 en respuesta a la determinación de que al menos uno del segundo o tercer coste aproximado es menor que el primer coste aproximado, inserción del segundo o tercer modo asociado respectivamente con el al menos uno del segundo o tercer coste aproximado que es menor que el primer coste aproximado en el conjunto actual para reemplazar un primer modo.

- 50 9. Dispositivo de codificación de vídeo configurado para realizar un proceso de predicción intra para codificar datos de vídeo, comprendiendo el dispositivo de codificación de vídeo:

medios para obtener una pluralidad de modos de predicción intra disponibles para codificar un bloque actual de datos de vídeo;

55 medios para calcular un coste aproximado para cada modo de predicción intra identificado en un conjunto actual de modos de predicción intra de la pluralidad de modos de predicción intra que incluye un conjunto predefinido de modos de predicción intra que presenta al menos un modo de predicción intra, en el que el conjunto actual de modos de predicción intra incluye menos modos de predicción intra que la pluralidad de modos de predicción intra disponible para codificar el bloque actual de datos de vídeo;

60 medios para calcular un coste aproximado para uno o más modos de predicción intra más probables para el bloque actual determinados basándose en unos modos de predicción intra usados para codificar uno o más bloques contiguos de datos de vídeo adyacentes al bloque actual;

65 medios para comparar cada uno de los costes aproximados calculados para el uno o más modos de predicción intra más probables con un umbral;

medios para reemplazar uno o más de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra por el uno o más modos de predicción intra más probables basándose en las comparaciones si la comparación satisface el umbral;

5
medios para realizar un análisis tasa-distorsión con respecto a cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra para determinar un coste tasa-distorsión para cada modo de predicción intra identificado en el conjunto actual de modos de predicción intra después de dicho reemplazo de uno o más de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra por el uno o más modos de predicción intra más probables basándose en las comparaciones; y

10
medios para realizar una codificación de predicción intra con respecto al bloque actual de acuerdo con uno de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra basándose en los costes tasa-distorsión determinados para codificar el bloque actual.

15
10. Dispositivo de codificación de vídeo según la reivindicación 9, que comprende además:

20
medios para buscar modos de predicción intra adicionales basándose en unos costes aproximados calculados para los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra;

25
medios para calcular unos costes aproximados para cada uno de los modos de predicción intra adicionales; y

30
medios para añadir los modos de predicción intra adicionales al conjunto actual de modos de predicción intra basándose en una comparación de los costes aproximados calculados para al menos uno de los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra y al menos uno de los costes aproximados calculados para los modos de predicción intra adicionales.

35
11. Dispositivo de codificación de vídeo según la reivindicación 9, que comprende además:

medios para determinar si un modo asociado con un coste aproximado más bajo que está incluido en el conjunto actual es un modo angular; y

40
medios para buscar modos de predicción intra adicionales basándose en los costes aproximados calculados para los modos de predicción intra identificados en el conjunto actual de modos de predicción intra, en respuesta a la determinación de que el modo asociado con el coste aproximado más bajo que está incluido en el conjunto actual es un modo angular.

45
12. Dispositivo de codificación de vídeo según la reivindicación 9, que comprende además:

medios para seleccionar un modo angular entre una pluralidad de modos angulares;

50
medios para determinar si el modo angular está incluido en una lista de corte, en el que la lista de corte comprende al menos un modo de predicción intra que aparece con una probabilidad que no satisface un umbral; y

medios para no determinar un coste aproximado para el modo angular, en respuesta a la determinación de que el modo angular está incluido en la lista de corte.

55
13. Dispositivo de codificación de vídeo según la reivindicación 12, en el que el modo angular es un primer modo angular, comprendiendo además el dispositivo de codificación de vídeo:

medios para determinar un segundo modo angular basándose al menos en parte en un desplazamiento respecto al primer modo angular;

en respuesta a la determinación de que el segundo modo angular no está incluido en una lista de corte:

60
medios para calcular un coste aproximado asociado con el segundo modo angular; y

medios para insertar el segundo modo angular en el conjunto actual.

65
14. Dispositivo de codificación de vídeo según la reivindicación 9, que comprende además:

medios para determinar un modo más probable asociado con un coste aproximado más bajo entre una

pluralidad de modos más probables;

medios para determinar un valor basándose al menos en parte en una diferencia entre el modo más probable y al menos un modo del conjunto actual; y

5 medios para insertar el modo más probable en el conjunto actual para reemplazar el al menos un modo del conjunto actual, en respuesta a la determinación de que el valor satisface un umbral.

10 15. Medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios que presentan instrucciones almacenadas en los mismos que, al ejecutarse, hacen que uno o más procesadores emprendan el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

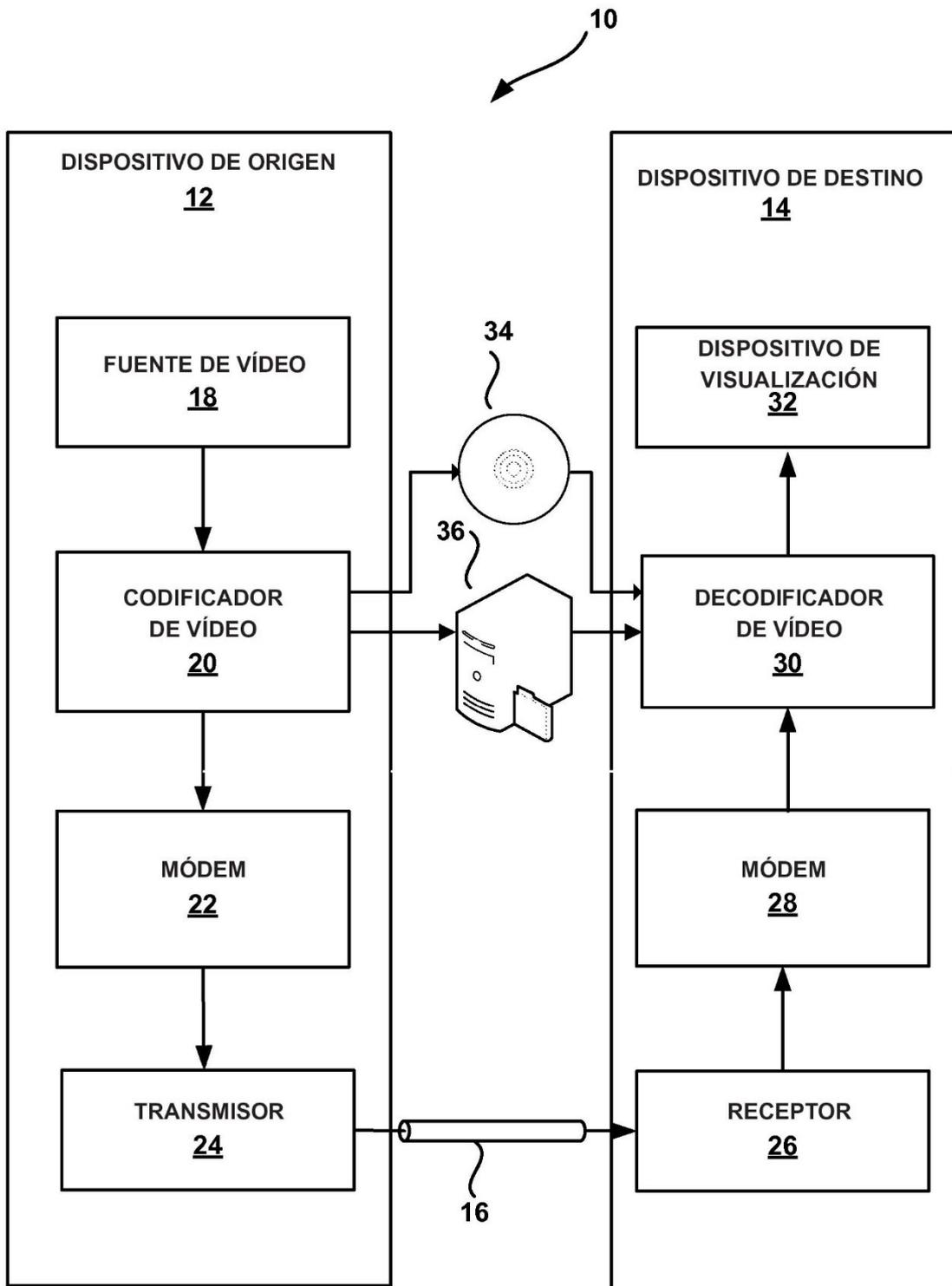


FIG. 1

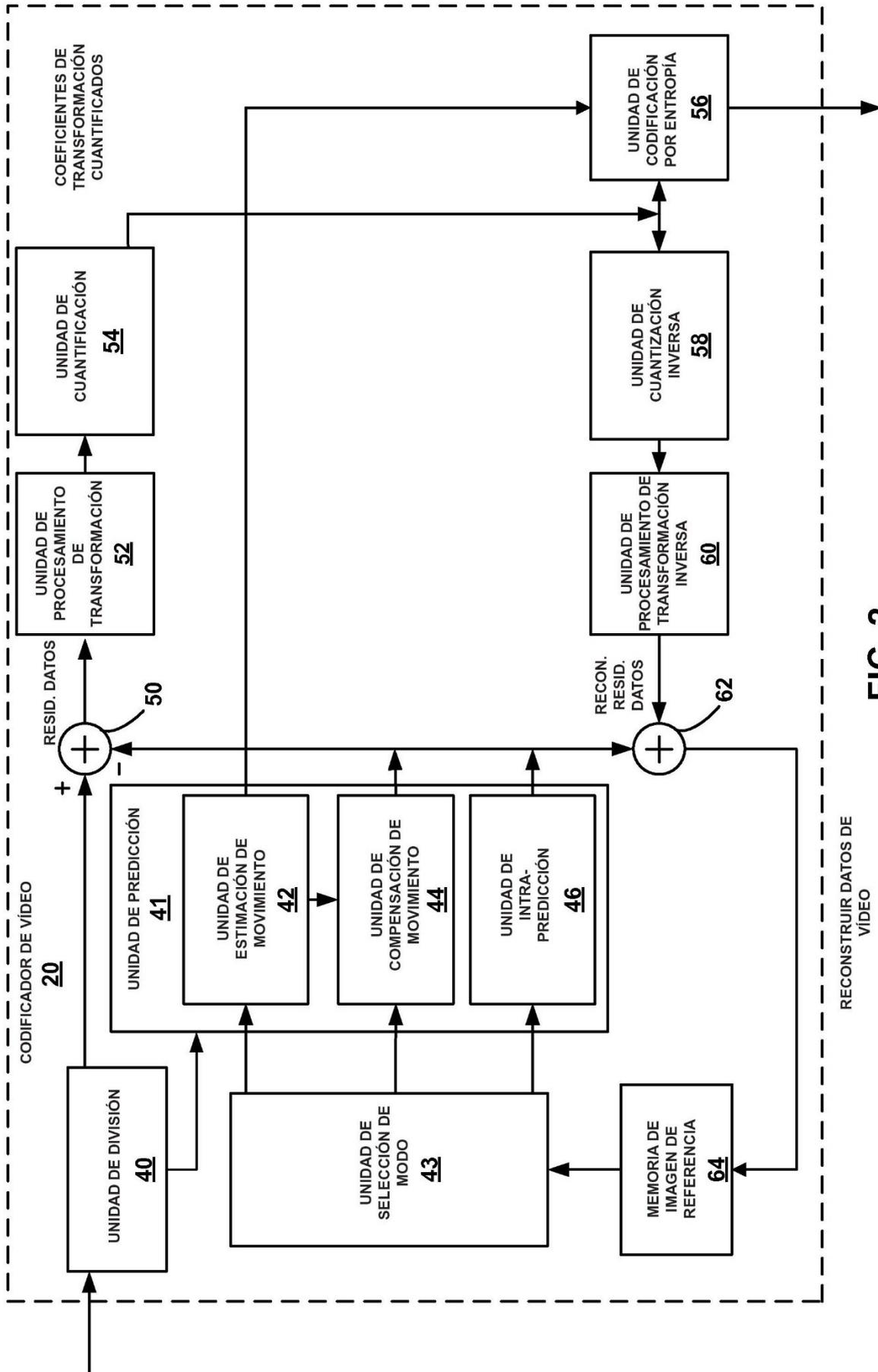


FIG. 2

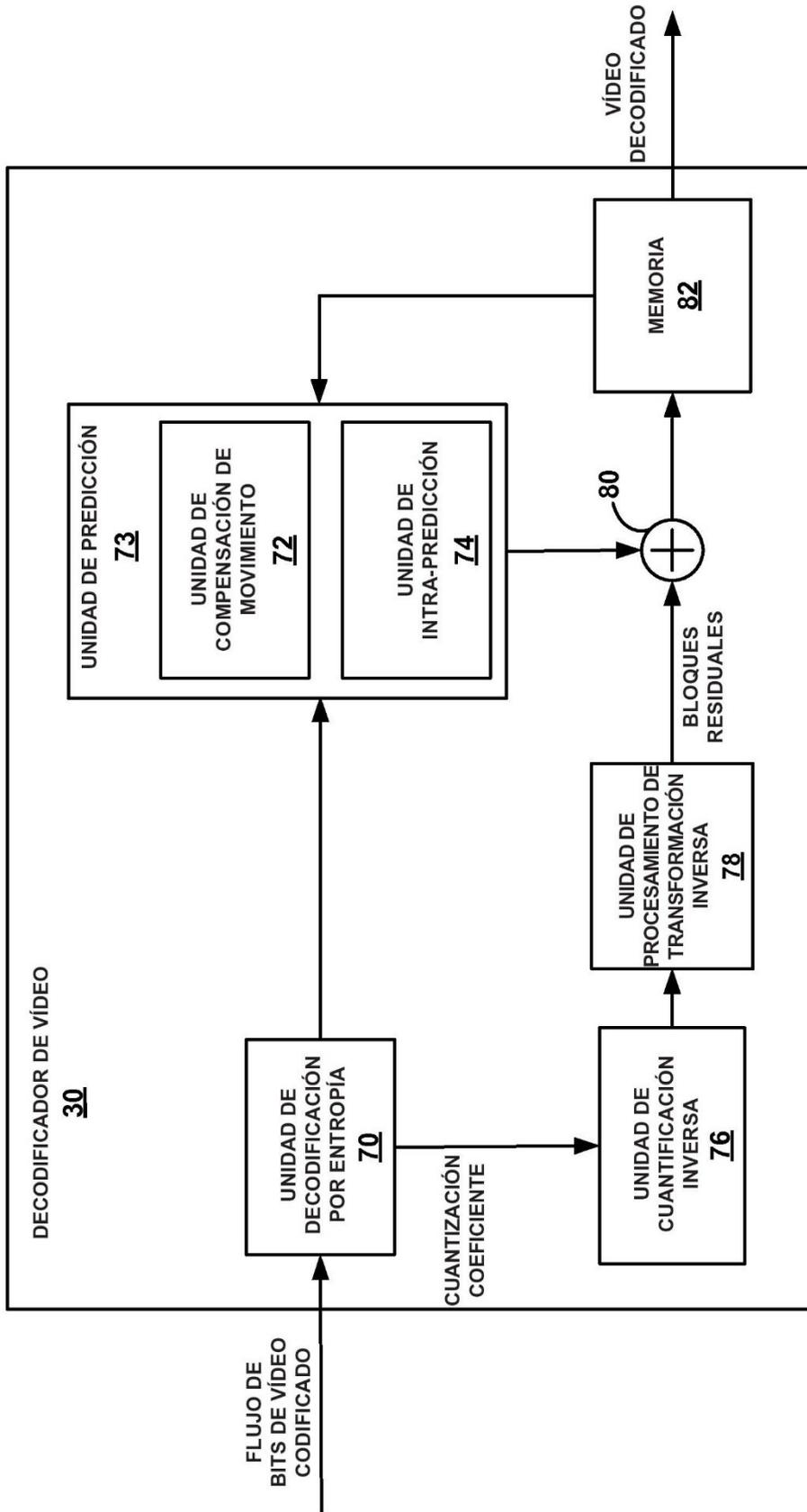


FIG. 3

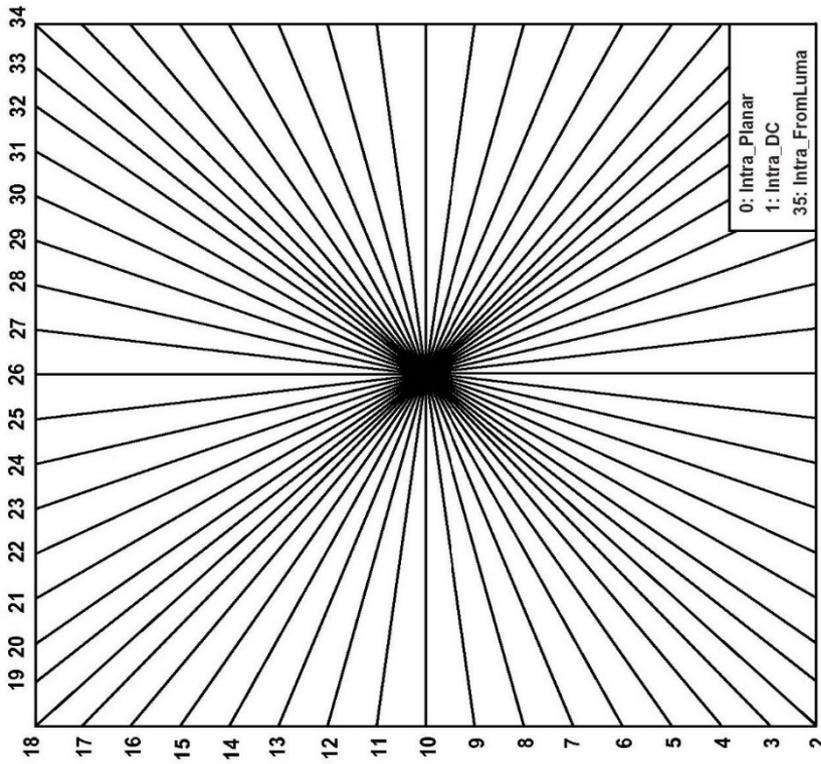


FIG. 4A

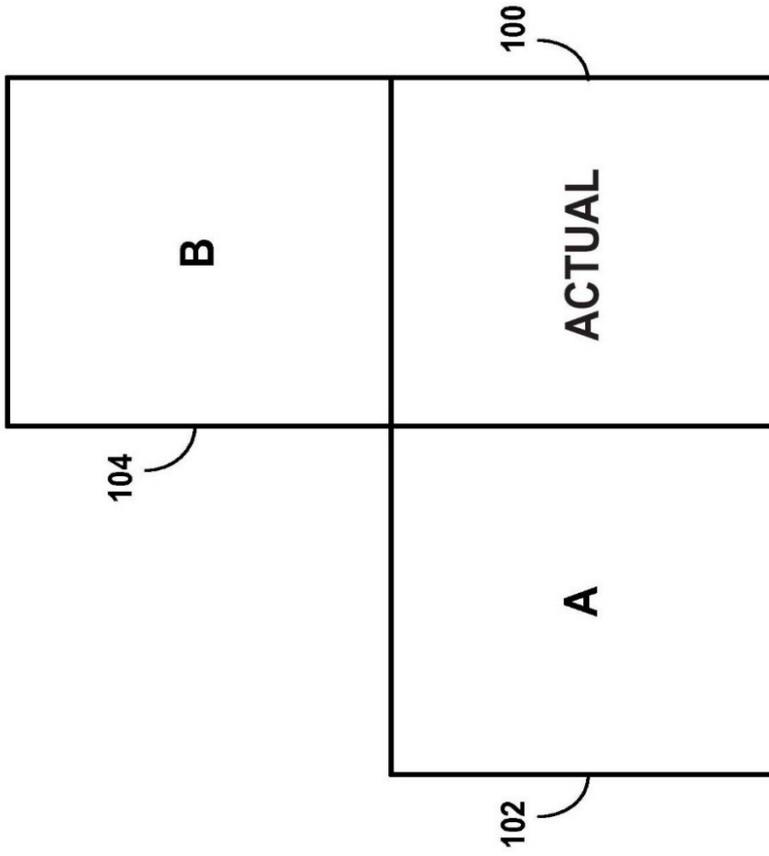


FIG. 4B

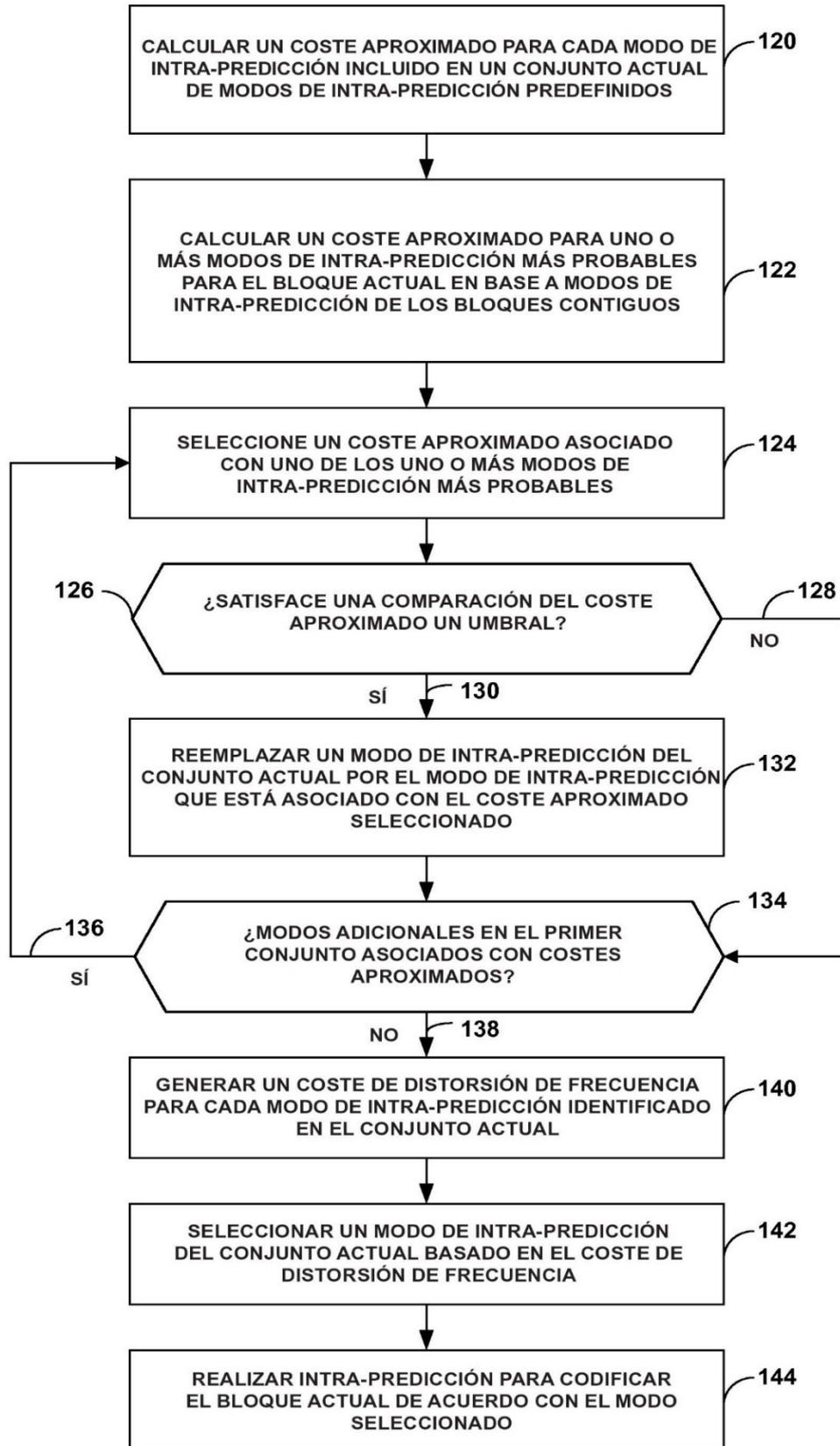


FIG. 5

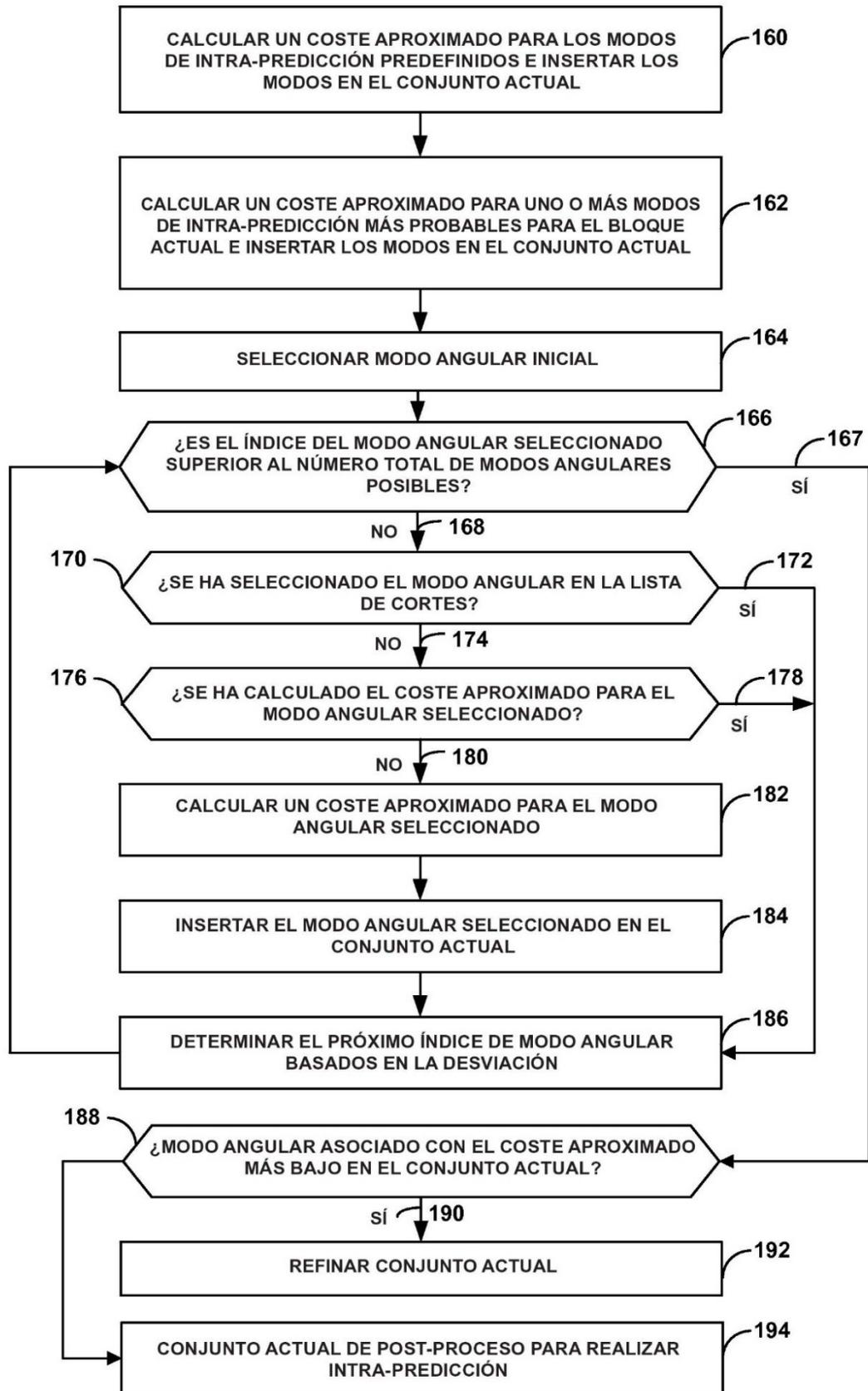


FIG. 6

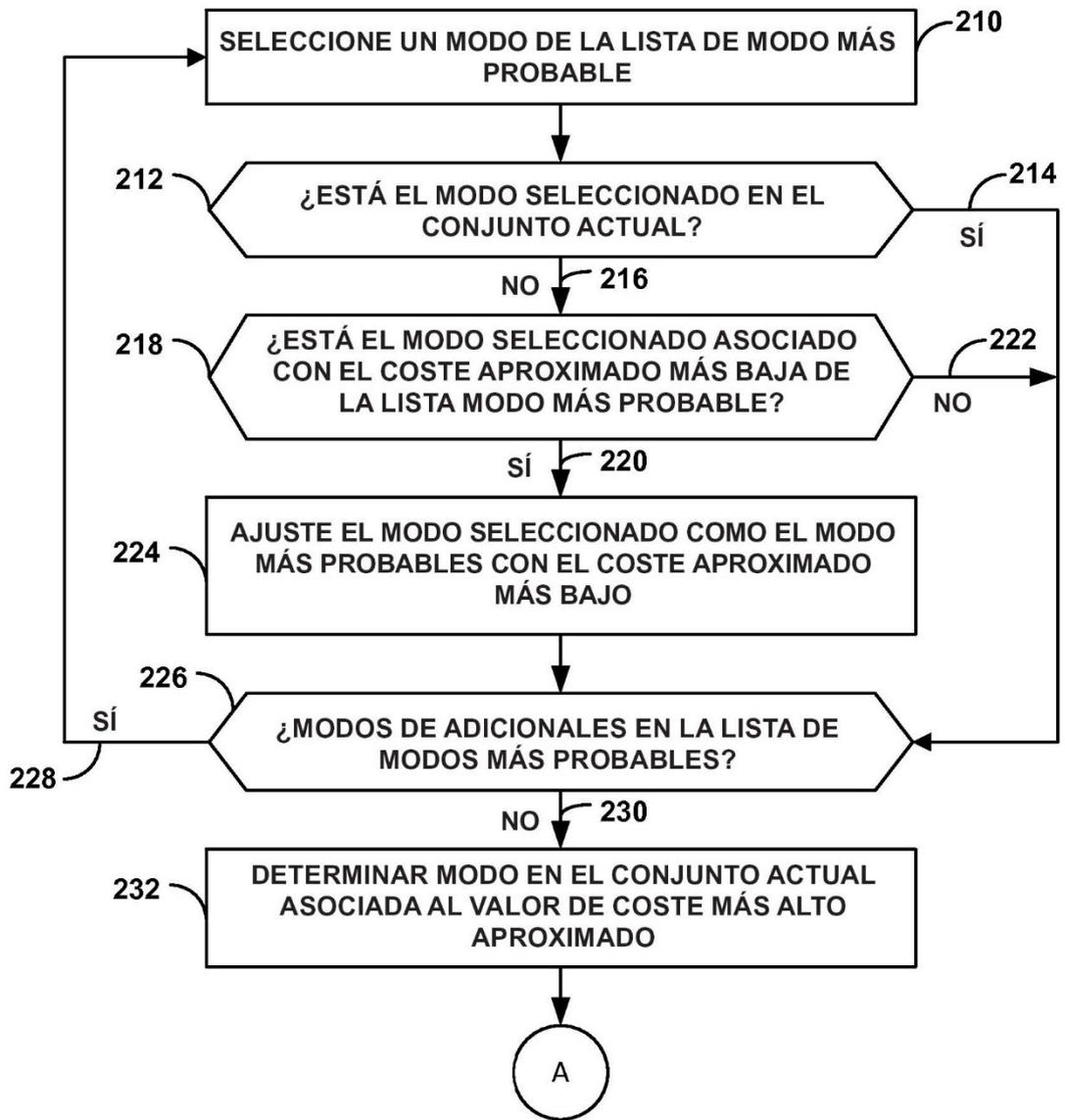


FIG. 7A

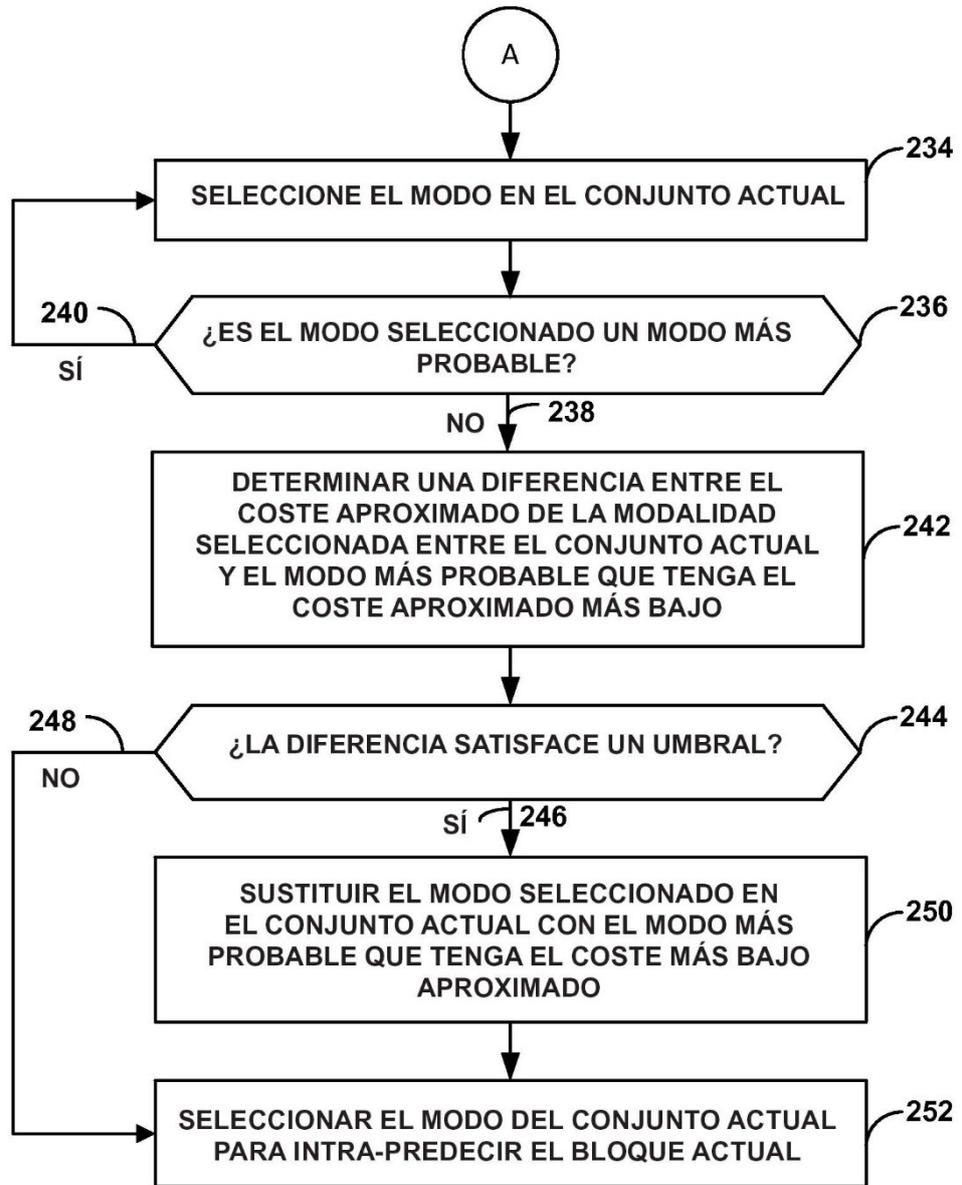


FIG. 7B

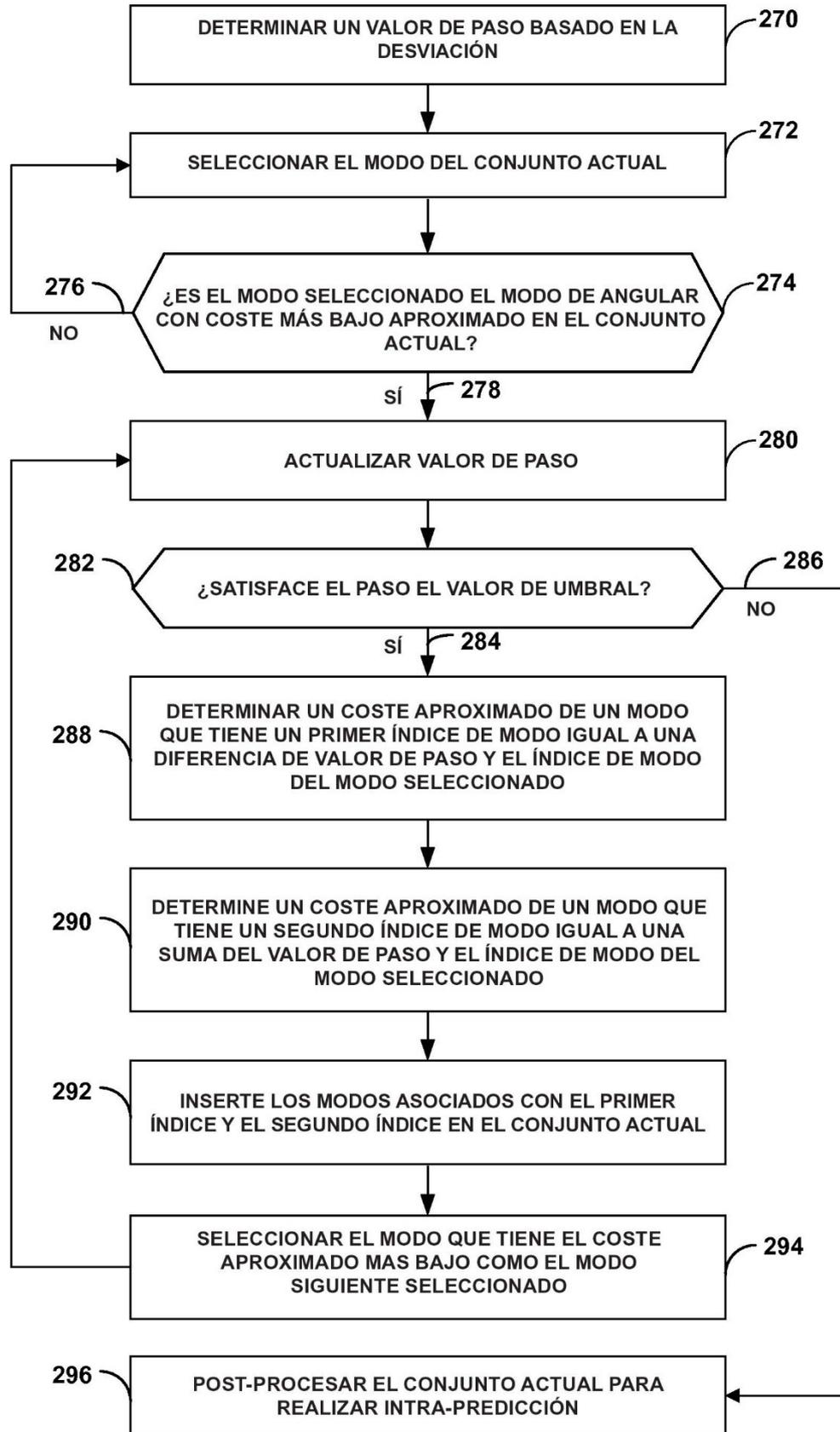


FIG. 8