

## **INTRAPREDICCIÓN MEJORADA EN LA CODIFICACIÓN DE VIDEO**

**[0001]** Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional estadounidense N.º 62/527.795, presentada el 30 de junio de 2017, solicitud provisional estadounidense N.º 62/527.903, presentada el 30 de junio de 2017, solicitud provisional estadounidense N.º 62/527.928, presentada en junio 30, 2017, y la solicitud de patente estadounidense N.º 16/020.179, presentada el 27 de junio de 2018, cada una de las cuales se incorpora por referencia en su totalidad.

### **CAMPO TÉCNICO**

**[0002]** Esta divulgación se refiere a la codificación de video (por ejemplo, codificación de video y/o decodificación de video). Por ejemplo, algunos aspectos se refieren a la intrapredicción en la codificación de video.

### **ANTECEDENTES**

**[0003]** Las capacidades de video digital se pueden incorporar en una amplia gama de dispositivos, incluyendo televisores digitales, sistemas de transmisión digital directa, sistemas de transmisión inalámbrica, asistentes digitales personales (PDA), computadoras portátiles o de escritorio, tabletas, lectores de libros electrónicos, cámaras digitales, dispositivos de grabación digital, reproductores de medios digitales, dispositivos de videojuegos, consolas de videojuegos, teléfonos celulares o de radio satelital, los llamados “teléfonos inteligentes”, dispositivos de videoconferencia, dispositivos de transmisión de video y similares. Los dispositivos de video digital implementan técnicas de compresión de video, como las descritas en los estándares definidos por MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263, ITU-T H.264/MPEG-4, Parte 10, codificación de video avanzada (AVC), el estándar de codificación de video de alta eficacia (HEVC) recientemente finalizado y extensiones de dichos estándares. Los dispositivos de video pueden transmitir, recibir, codificar, decodificar y/o almacenar información de video digital de manera más eficiente mediante la implementación de tales técnicas de compresión de video.

**[0004]** Las técnicas de compresión de video realizan predicción espacial (intraimagen) y/o predicción temporal (interimagen) para reducir o eliminar la redundancia inherente a las secuencias de video. Para la codificación de video basada en bloques, un segmento de video (es decir, un cuadro de video o una parte de un cuadro de video) puede dividirse en bloques de video, que también pueden denominarse bloques de árbol, unidades de codificación (CU) y/o nodos de codificación. Los bloques de video en un segmento intracodificado (I) de una imagen se codifican mediante predicción

espacial con respecto a muestras de referencia en bloques vecinos en la misma imagen. Los bloques de video en un segmento intercodificado (P o B) de una imagen pueden usar predicción espacial con respecto a muestras de referencia en bloques vecinos en la misma imagen o predicción temporal con respecto a muestras de referencia en otras imágenes de referencia. Las imágenes pueden denominarse cuadros, y las imágenes de referencia pueden referirse a cuadros de referencia.

**[0005]** La predicción espacial o temporal da como resultado un bloque predictivo para que se codifique un bloque. Los datos residuales representan diferencias de píxeles entre el bloque original que se codificará y el bloque predictivo. Un bloque intercodificado se codifica de acuerdo con un vector de movimiento que apunta a un bloque de muestras de referencia que forman el bloque predictivo, y los datos residuales que indican la diferencia entre el bloque codificado y el bloque predictivo. Un bloque intracodificado se codifica de acuerdo con un modo intracodificado y los datos residuales. Para una mayor compresión, los datos residuales pueden transformarse del dominio de píxeles a un dominio de transformada, dando como resultado coeficientes de transformada residuales, que luego pueden cuantificarse. Los coeficientes de transformada cuantificados, inicialmente dispuestos en una matriz bidimensional, pueden escanearse para producir un vector unidimensional de coeficientes de transformada, y la codificación de entropía puede aplicarse para lograr aún más compresión.

## **SÍNTESIS**

**[0006]** En general, esta divulgación describe técnicas para la intrapredicción de muestras de un bloque de datos de video. En particular, esta divulgación describe técnicas para predecir muestras de un bloque actual utilizando técnicas de intrapredicción que incluyen al menos uno de los modos de predicción angular extendida, intrapredicción en cascada y/o intrapredicción del modelo lineal inverso.

**[0007]** En un ejemplo, un método de codificación o decodificación de datos de video incluye localizar al menos una muestra reconstruida de datos de video, determinar al menos un modo de intrapredicción angular extendida para usar para la intrapredicción de al menos una muestra de un bloque actual, intrapredecir, utilizando el al menos un modo de intrapredicción angular extendida, al menos una muestra del bloque actual basado en al menos una muestra reconstruida, modos de intrapredicción angular extendida que incluyen modos de intrapredicción angular distintos de los modos de predicción angular entre -45 grados horizontales y -45 grados verticales, y codificar o decodificar el bloque actual basado en al menos una muestra predictiva.

**[0008]** En otro ejemplo, un aparato configurado para codificar o decodificar datos de video que incluye una memoria configurada para almacenar al menos una muestra reconstruida de datos de video y al menos un procesador, en comunicación con la memoria, que está configurado para identificar al menos una muestra reconstruida, determinar al menos un modo de intrapredicción angular extendida para usar para la intrapredicción de al menos una muestra de un bloque actual, intraprededir utilizando el al menos un modo de predicción angular extendida, al menos una muestra del bloque actual basado en al menos una muestra reconstruida, modos de intrapredicción angular extendida que incluyen modos de predicción angular distintos de los modos de predicción angular entre -45 grados horizontales y -45 grados verticales, y codificar o decodificar el bloque actual en función de al menos una muestra predictiva.

**[0009]** En otro ejemplo, un aparato configurado para codificar o decodificar datos de video incluye medios para almacenar al menos una muestra reconstruida de datos de video, medios para identificar al menos una muestra reconstruida, medios para determinar al menos un modo de intrapredicción angular extendida para usar para la intrapredicción de al menos una muestra de un bloque actual, medios para la intrapredicción, usando el modo de intrapredicción angular extendida al menos una muestra del bloque actual basado en la muestra reconstruida, modos de intrapredicción angular extendida que incluyen modos de intrapredicción angular distintos de los modos de predicción angular entre -45 grados horizontales y -45 grados verticales, y medios para codificar o decodificar el bloque actual en función de al menos una muestra predicha.

**[0010]** En otro ejemplo, un medio de almacenamiento legible por computadora que almacena instrucciones que, cuando se ejecutan, hace que uno o más procesadores configurados para codificar o decodificar datos de video para identificar al menos una muestra reconstruida, determinen al menos un modo de intrapredicción angular extendida para usar para la intrapredicción de al menos una muestra de un bloque actual, intraprededir, utilizando el al menos un modo de predicción angular extendida, al menos una muestra del bloque actual basado en la al menos una muestra reconstruida, modos de predicción angular extendida incluyendo modos de intrapredicción angular distintos de los modos de predicción angular entre -45 grados horizontales y -45 grados verticales y codificar o decodificar el bloque actual en función de al menos una muestra predictiva.

**[0011]** En otros ejemplos, un método de codificación de datos de video incluye la reconstrucción de al menos una muestra de croma para un primer bloque de datos de

video, prediciendo al menos una muestra de luma para el primer bloque basado en al menos una muestra de croma reconstruida para el primer bloque de datos de video y al menos un modelo de predicción, y la codificación del primer bloque basado en al menos una muestra de luma predictiva. En algunas implementaciones del método, el al menos un modelo de predicción incluye un modelo lineal inverso. En algunas implementaciones, el método puede incluir además determinar al menos un parámetro para el al menos un modelo de predicción basado en al menos una muestra de luma o una muestra de croma asociada con al menos un bloque que está junto al primer bloque. En algunas implementaciones, el método puede incluir además determinar el al menos un parámetro basado en una técnica de regresión lineal. En algunas implementaciones, el método puede incluir además determinar una indicación de intensidad de al menos una muestra de croma para el primer bloque. En algunas implementaciones, el método puede incluir además asociar la al menos una muestra de croma con un primer grupo entre una pluralidad de grupos en función de la indicación de intensidad de la al menos una muestra de croma. En algunas implementaciones del método, el al menos un modelo de predicción puede incluir una pluralidad de modelos de predicción de manera que el método puede incluir además determinar un primer modelo de predicción entre la pluralidad de modelos de predicción basados en el primer grupo. En algunas implementaciones del método, en las que la codificación constituye una operación de decodificación, el método puede incluir además recibir uno o más elementos de sintaxis indicativos de si el al menos un modelo de predicción se usa para predecir al menos una muestra de luma para el primer bloque. En algunas implementaciones del método, donde la codificación constituye una operación de codificación, el método puede incluir además transmitir uno o más elementos de sintaxis indicativos de si el al menos un modelo de predicción se usa para predecir al menos una muestra de luma para el primer bloque. En los ejemplos anteriores, el método puede constituir un método de codificación de datos de video o un método de decodificación de datos de video. Además, en algunas formas de realización, un aparato puede incluir una memoria configurada para almacenar datos de video y un procesador configurado para codificar o decodificar datos de video de acuerdo con los métodos de ejemplo anteriores. Además, en algunas formas de realización, un medio legible por computadora puede haber almacenado instrucciones que, cuando se ejecutan, hacen que un procesador configurado para codificar o decodificar datos de video realice el o los métodos de ejemplo anteriores.

**[0012]** En otros ejemplos adicionales, un método de codificación de datos de video

incluye la reconstrucción de al menos una muestra asociada con una de una primera fila o una primera columna de muestras de datos de video, prediciendo al menos una muestra asociada con una segunda fila de muestras de los datos de video basados en una técnica en cascada, en donde la técnica en cascada comprende el uso de un ángulo asociado con un primer modo de intrapredicción angular para predecir al menos una muestra asociada con la segunda fila y codificar la al menos una muestra predicha asociada con la segunda fila dentro de un primer bloque de los datos de video. En algunas implementaciones del método, la al menos una muestra asociada con la de la primera fila o la primera columna comprende una pluralidad de muestras. En algunas implementaciones del método, la al menos una muestra asociada con la de la primera fila o la primera columna incluye una pluralidad de muestras donde al menos una muestra de la pluralidad de muestras está asociada con un segundo bloque distinto del primer bloque. En algunas implementaciones del método, el segundo bloque es vecino del primer bloque. En algunas implementaciones del método, la al menos una muestra asociada con la de la primera fila o la primera columna incluye una pluralidad de muestras donde cada una de la pluralidad de muestras está asociada con al menos un bloque distinto del primer bloque. En algunas implementaciones del método, el al menos un bloque es uno de un bloque vecino del primer bloque o un bloque no vecino del primer bloque. En algunas implementaciones del método, el al menos un bloque es uno de un bloque adyacente del primer bloque o un bloque no adyacente del primer bloque. En algunas implementaciones del método, el primer modo de intrapredicción angular incluye un modo de predicción angular entre -45 grados horizontales y -45 grados verticales. En algunas implementaciones del método, el primer modo de intrapredicción angular comprende un modo de intrapredicción angular extendida que no sea entre -45 grados horizontales y -45 grados verticales. En los ejemplos anteriores, el método puede constituir un método de codificación de datos de video o un método de decodificación de datos de video. Además, en algunas formas de realización, un aparato puede incluir una memoria configurada para almacenar datos de video y un procesador configurado para codificar o decodificar los datos de video de acuerdo con los métodos de ejemplo anteriores. Además, en algunas formas de realización, un medio legible por computadora puede haber almacenado instrucciones que, cuando se ejecutan, hacen que un procesador configurado para codificar o decodificar datos de video realice el o los métodos de ejemplo anteriores.

**[0013]** Los detalles de uno o más ejemplos se exponen en los dibujos adjuntos y la

descripción a continuación. Otras características, objetos y ventajas serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y de las reivindicaciones.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

**[0014]** La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de codificación y decodificación de video de ejemplo que puede utilizar las técnicas descritas en esta divulgación.

**[0015]** Las FIG. 2A y 2B ilustran un ejemplo de particionamiento de bloques usando QTBT y una estructura de árbol correspondiente.

**[0016]** La FIG. 3. muestra un ejemplo de intrapredicción para un bloque de 16x16.

**[0017]** La FIG. 4 es una ilustración gráfica de los 35 modos de intrapredicción definidos en HEVC.

**[0018]** La FIG. 5 es una ilustración de la generación de una muestra de predicción con el modo planar de acuerdo con HEVC.

**[0019]** La FIG. 6 es otra ilustración de la generación de una muestra de predicción con el modo planar de acuerdo con HEVC.

**[0020]** La FIG. 7 es un diagrama conceptual de ubicaciones de ejemplo de muestras utilizadas para derivar el parámetro del modelo y el parámetro del modelo para la intrapredicción cromática del modelo lineal.

**[0021]** La FIG. 8 es un gráfico de un ejemplo de regresión lineal entre componentes de luma (Y) y componentes de croma (C).

**[0022]** La FIG. 9 es un diagrama esquemático del ejemplo de muestreo descendente de la muestra de luma.

**[0023]** Las FIG. 10A y 10B son ilustraciones gráficas de modos de intrapredicción angular extendida que pueden utilizarse para la intrapredicción de acuerdo con esta divulgación.

**[0024]** La FIG. 11 ilustra un ejemplo de predicción de una muestra a partir de una muestra reconstruida utilizando un modo de intrapredicción extendida de acuerdo con esta divulgación.

**[0025]** La FIG. 12 ilustra otro ejemplo de predicción de una muestra a partir de una muestra reconstruida usando un modo de intrapredicción extendida de acuerdo con esta divulgación.

**[0026]** La FIG. 13 ilustra un ejemplo de predicción de una muestra a partir de una muestra reconstruida utilizando un modo extendido de intrapredicción de acuerdo con esta divulgación.

**[0027]** La FIG. 14 ilustra un ejemplo de llenado de muestras proyectadas en base a

muestras reconstruidas usando un modo de intrapredicción extendida de acuerdo con esta divulgación.

**[0028]** La FIG. 15 ilustra otra de predicción de muestra de una muestra reconstruida usando un modo de intrapredicción angular extendida de acuerdo con esta divulgación.

**[0029]** La FIG. 16 ilustra otro ejemplo de llenado de muestras proyectadas en base a muestras reconstruidas usando un modo extendido de intrapredicción de acuerdo con esta divulgación.

**[0030]** La FIG. 17 ilustra un ejemplo en donde las direcciones de los ángulos de predicción asociados con un modo de intrapredicción definida en HEVC y un modo de predicción angular extendida de la presente divulgación están restringidos uno con respecto al otro.

**[0031]** Las FIG. 18A-18D ilustran un ejemplo de intrapredicción en cascada línea por línea de un bloque actual de acuerdo con la presente divulgación.

**[0032]** Las FIG. 18E-18H ilustran un ejemplo de intrapredicción en cascada línea por línea de un bloque actual que utiliza un modo de intrapredicción angular extendida de la presente divulgación.

**[0033]** La FIG. 19 ilustra un ejemplo de intrapredicción en cascada línea por línea de un bloque actual que está restringido a modos de predicción específicos de acuerdo con la presente divulgación.

**[0034]** La FIG. 20 es un diagrama de bloques que ilustra un codificador de video de ejemplo que puede implementar las técnicas descritas en esta divulgación.

**[0035]** La FIG. 21 es un diagrama de bloques que ilustra un decodificador de video de ejemplo que puede implementar las técnicas descritas en esta divulgación.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

**[0036]** Varios estándares de codificación de video, incluido el estándar de codificación de video de alta eficacia (HEVC) recientemente desarrollado, incluyen modos de codificación predictiva para bloques de video, donde un bloque que se está codificando actualmente se predice en base a un bloque de datos de video ya codificado. En un modo de intrapredicción, el bloque actual se predice en base a uno o más bloques vecinos codificados previamente en la misma imagen que el bloque actual, mientras que en un modo de interpredicción, el bloque actual se predice en base a un bloque ya codificado en un bloque diferente imagen. En el modo de interpredicción, el proceso de determinar un bloque de un cuadro previamente codificado para usarlo como bloque predictivo a veces se denomina estimación de

movimiento, que generalmente se realiza mediante un codificador de video, y el proceso de identificación y recuperación de un bloque predictivo a veces se denomina compensación de movimiento, que se realiza tanto por codificadores de video como por decodificadores de video. Las extensiones de HEVC y los sucesores de HEVC también pueden usar modos de codificación adicionales, como copia dentro del bloque, diccionario y modos de codificación de paleta.

**[0037]** Esta divulgación describe técnicas relacionadas con la intrapredicción. Las técnicas de esta divulgación pueden usarse en el contexto de códecs de video avanzados, como la próxima generación de estándares de codificación de video o estándares de codificación de imagen.

**[0038]** Se pueden describir varias técnicas en esta divulgación con referencia a un codificador de video, que pretende ser un término genérico que puede referirse a un codificador de video o un decodificador de video. A menos que se indique explícitamente lo contrario, no debe suponerse que las técnicas descritas con respecto a un codificador de video o un decodificador de video no pueden ser realizadas por otro codificador o decodificador de video. Por ejemplo, en muchos casos, un decodificador de video realiza la misma técnica de codificación, o algunas veces recíproca, como un codificador de video para decodificar datos de video codificados. En muchos casos, un codificador de video también incluye un bucle de decodificación de video y, por lo tanto, el codificador de video realiza la decodificación de video como parte de la codificación de datos de video. Por lo tanto, a menos que se indique lo contrario, las técnicas descritas en esta divulgación con respecto a un decodificador de video también pueden realizarse mediante un codificador de video, y viceversa.

**[0039]** Esta divulgación también puede usar términos como bloque actual, imagen actual, etc. En el contexto de esta divulgación, el término “actual” está destinado a identificar un bloque o imagen que se está codificando actualmente, en lugar de, ejemplo, bloque o imagen previamente o ya codificado, o un bloque o imagen aún por codificar.

**[0040]** La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de codificación y decodificación de video 10 de ejemplo que puede utilizar las técnicas de predicción descritas en esta divulgación, por ejemplo, modos de intrapredicción angular extendida, intrapredicción en cascada y/o intrapredicción del modelo lineal inverso. Como se muestra en la FIG. 1, el sistema 10 incluye un dispositivo de origen 12 que proporciona datos de video codificados para ser decodificados posteriormente por un dispositivo de destino 14. En particular, el dispositivo de origen 12 proporciona los

datos de video al dispositivo de destino 14 a través de un medio legible por computadora 16. El dispositivo de origen 12 y el dispositivo de destino 14 pueden comprender cualquiera de una amplia gama de dispositivos, incluyendo computadoras de escritorio, computadoras portátiles (es decir, laptops), tabletas, decodificadores, auriculares telefónicos tales como los llamados teléfonos “inteligentes”, así que llamados almohadillas “inteligentes”, televisores, cámaras, dispositivos de visualización, reproductores de medios digitales, consolas de videojuegos, dispositivos de transmisión de video, o similares. En algunos casos, el dispositivo de origen 12 y el dispositivo de destino 14 pueden estar equipados para la comunicación inalámbrica.

**[0041]** El dispositivo de destino 14 puede recibir los datos de video codificados para decodificar a través del medio legible por computadora 16. El medio legible por computadora 16 puede comprender cualquier tipo de medio o dispositivo capaz de mover los datos de video codificados desde el dispositivo de origen 12 al dispositivo de destino 14. En un ejemplo, el medio legible por computadora 16 puede comprender un medio de comunicación para permitir que el dispositivo de origen 12 transmita datos de video codificados directamente al dispositivo de destino 14 en tiempo real. Los datos de video codificados pueden modularse de acuerdo con un estándar de comunicación, como un protocolo de comunicación inalámbrica, y transmitirse al dispositivo de destino 14. El medio de comunicación puede comprender cualquier medio de comunicación inalámbrico o cableado, como un espectro de radiofrecuencia (RF) o una o más líneas de transmisión física. El medio de comunicación puede formar parte de una red basada en paquetes, como una red de área local, una red de área amplia o una red global como Internet. El medio de comunicación puede incluir enrutadores, 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.

**[0042]** En algunos ejemplos, los datos codificados pueden enviarse desde la interfaz de salida 22 a un dispositivo de almacenamiento. De manera similar, se puede acceder a los datos codificados desde el dispositivo de almacenamiento mediante la interfaz de entrada. El dispositivo de almacenamiento puede incluir cualquiera de una variedad de medios de almacenamiento de datos distribuidos o de acceso local, como un disco duro, discos Blu-ray, DVD, CD-ROM, memoria flash, memoria volátil o no volátil, o cualquier otro medio de almacenamiento digital adecuado para almacenar datos de video codificados. En otro ejemplo, el dispositivo de almacenamiento puede corresponder a un servidor de archivos u otro dispositivo de almacenamiento

intermedio que puede almacenar el video codificado generado por el dispositivo de origen 12. El dispositivo de destino 14 puede acceder a los datos de video almacenados desde el dispositivo de almacenamiento mediante transmisión o descarga. El servidor de archivos puede ser cualquier tipo de servidor capaz de almacenar datos de video codificados y transmitir esos datos de video codificados al dispositivo de destino 14. Los servidores de archivos de ejemplo incluyen un servidor web (por ejemplo, para un sitio web), un servidor FTP, almacenamiento conectado a la red (NAS) o una unidad de disco local. El dispositivo de destino 14 puede acceder a los datos de video codificados a través de cualquier conexión de datos estándar, incluida una conexión a Internet. Esto puede incluir un canal inalámbrico (por ejemplo, una conexión Wi-Fi), una conexión por cable (por ejemplo, DSL, módem de cable, etc.) o una combinación de ambos que sea adecuada para acceder a datos de video codificados almacenados en un servidor de archivos. La transmisión de datos de video codificados desde el dispositivo de almacenamiento puede ser una transmisión de difusión, una transmisión de descarga o una combinación de ellas.

**[0043]** Las técnicas de esta divulgación no se limitan necesariamente a aplicaciones o configuraciones inalámbricas. Las técnicas se pueden aplicar a la codificación de video en apoyo de cualquiera de una variedad de aplicaciones multimedia, como transmisiones de televisión por aire, transmisiones de televisión por cable, transmisiones de televisión por satélite, transmisiones de video por Internet, como la transmisión dinámica adaptativa a través de HTTP (DASH), video digital que se codifica en un medio de almacenamiento de datos, decodificación de video digital almacenado en un medio de almacenamiento de datos u otras aplicaciones. En algunos ejemplos, el sistema 10 puede configurarse para admitir transmisión de video unidireccional o bidireccional para admitir aplicaciones tales como transmisión de video, reproducción de video, transmisión de video y/o telefonía de video.

**[0044]** En el ejemplo de la FIG. 1, el dispositivo de origen 12 incluye la fuente de video 18, el codificador de video 20 y la interfaz de salida 22. El dispositivo de destino 14 incluye la interfaz de entrada 28, el decodificador de video 30 y el dispositivo de visualización 32. De acuerdo con esta divulgación, el codificador de video 20 del dispositivo de origen 12 puede estar configurado para aplicar las técnicas para técnicas de intrapredicción descritas en esta divulgación. En otros ejemplos, un dispositivo de origen y un dispositivo de destino pueden incluir otros componentes o conjuntos. Por ejemplo, el dispositivo de origen 12 puede recibir datos de video desde una fuente de video externa 18, como una cámara externa. Del mismo modo, el

dispositivo de destino 14 puede interactuar con un dispositivo de visualización externo, en lugar de incluir un dispositivo de visualización integrado.

**[0045]** El sistema ilustrado 10 de la FIG. 1 es simplemente un ejemplo. Las técnicas para las técnicas de intrapredicción descritas en esta divulgación pueden realizarse mediante cualquier dispositivo de codificación y/o decodificación de video digital. Aunque generalmente las técnicas de esta divulgación son realizadas por un dispositivo de codificación de video, las técnicas también pueden ser realizadas por un codificador/decodificador de video, típicamente denominado "CODEC". Además, las técnicas de esta divulgación también pueden ser realizadas por un preprocesador de video. El dispositivo de origen 12 y el dispositivo de destino 14 son simplemente ejemplos de dichos dispositivos de codificación en los que el dispositivo de origen 12 genera datos de video codificados para su transmisión al dispositivo de destino 14. En algunos ejemplos, los dispositivos 12, 14 pueden operar de una manera sustancialmente simétrica de manera que cada uno de los dispositivos 12, 14 incluyen componentes de codificación y decodificación de video. Por lo tanto, el sistema 10 puede soportar transmisión de video unidireccional o bidireccional entre dispositivos de video 12, 14, por ejemplo, para transmisión de video, reproducción de video, transmisión de video o telefonía de video.

**[0046]** La fuente de video 18 del dispositivo de origen 12 puede incluir un dispositivo de captura de video, tal como una cámara de video, un archivo de video que contiene video capturado previamente, y/o una interfaz de alimentación de video para recibir video de un proveedor de contenido de video. Como alternativa adicional, la fuente de video 18 puede generar datos basados en gráficos de computadora como el video fuente, o una combinación de video en vivo, video archivado y video generado por computadora. En algunos casos, si la fuente de video 18 es una cámara de video, el dispositivo de origen 12 y el dispositivo de destino 14 pueden formar los llamados teléfonos con cámara o teléfonos de video. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, las técnicas descritas en esta divulgación pueden ser aplicables a la codificación de video en general, y pueden aplicarse a aplicaciones inalámbricas y/o cableadas. En cada caso, el video capturado, precapturado o generado por computadora puede ser codificado por el codificador de video 20. La información de video codificada puede ser luego emitida por la interfaz de salida 22 en un medio legible por computadora 16.

**[0047]** El medio legible por computadora 16 puede incluir medios transitorios, tales como una transmisión inalámbrica o transmisión de red cableada, o medios de

almacenamiento (es decir, medios de almacenamiento no transitorios), como un disco duro, unidad flash, disco compacto, disco de video digital, disco Blu-ray u otro medio legible por computadora. En algunos ejemplos, un servidor de red (no mostrado) puede recibir datos de video codificados del dispositivo de origen 12 y proporcionar los datos de video codificados al dispositivo de destino 14, por ejemplo, a través de la transmisión de red. De manera similar, un dispositivo informático de una instalación de producción de medios, tal como una instalación de estampado de disco, puede recibir datos de video codificados del dispositivo de origen 12 y producir un disco que contiene los datos de video codificados. Por lo tanto, puede entenderse que el medio legible por computadora 16 incluye uno o más medios legibles por computadora de diversas formas, en varios ejemplos.

**[0048]** La interfaz de entrada 28 del dispositivo de destino 14 recibe información del medio legible por computadora 16. La información del medio legible por computadora 16 puede incluir información de sintaxis definida por el codificador de video 20, que también es utilizado por el decodificador de video 30, que incluye elementos de sintaxis que describen características y/o procesamiento de bloques y otras unidades codificadas. El dispositivo de visualización 32 muestra los datos de video decodificados a un usuario, y puede comprender cualquiera de una variedad de dispositivos de visualización tales como un tubo de rayos catódicos (CRT), una pantalla de cristal líquido (LCD), una pantalla de plasma, una pantalla de diodo orgánico emisor de luz (OLED) u otro tipo de dispositivo de visualización.

**[0049]** El codificador de video 20 y el decodificador de video 30 pueden funcionar de acuerdo con un estándar de compresión de video, tal como el estándar de codificación de video de alta eficacia (HEVC) recientemente finalizado y pueden cumplir con el modelo de prueba HEVC (HM). El codificador de video 20 y el decodificador de video 30 pueden funcionar adicionalmente de acuerdo con una extensión HEVC, tal como la extensión de rango, la extensión multivisión (MV-HEVC) o la extensión escalable (SHVC) que ha sido desarrollada por el Joint Collaboration Team on Video Coding (JCT-VC) así como Joint Collaboration Team on 3D Video Coding Extension Development (JCT-3V) de ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) y el ISO/IEC Motion Picture Experts Group (MPEG).

**[0050]** El codificador de video 20 y el decodificador de video 30 también pueden funcionar de acuerdo con otros estándares patentados o industriales, tales como el estándar ITU-T H.264, alternativamente denominado ISO/IEC MPEG 4, Parte 10, Codificación de video avanzada (AVC)) o extensiones de dichos estándares, como las

extensiones de codificación de video escalable (SVC) y codificación de video de multivisión (MVC). Sin embargo, las técnicas de esta divulgación no se limitan a ningún estándar de codificación particular. Otros ejemplos de estándares de compresión de video incluyen ITU-T H.261, ISO/IEC MPEG-1 Visual, ITU-T H.262 o ISO/IEC MPEG-2 Visual, ITU-T H.263 e ISO/IEC MPEG-4 Visual.

**[0051]** El ITU-T VCEG (Q6/16) y el ISO/IEC MPEG (JTC 1/SC 29/WG 11) están estudiando la necesidad potencial de estandarización de la tecnología de codificación de video futura con una capacidad de compresión que excede significativamente la del estándar HEVC actual (incluidas sus extensiones actuales y extensiones a corto plazo para codificación de contenido de pantalla y codificación de alto rango dinámico). Los grupos están trabajando juntos en esta actividad de exploración en un esfuerzo conjunto de colaboración conocido como el Equipo Conjunto de Exploración de Video (Joint Video Exploration Team, JVET) para evaluar los diseños de tecnología de compresión propuestos por sus expertos en esta área. El JVET se reunió por primera vez del 19 al 21 de octubre de 2015. Se puede descargar una versión del software de referencia, es decir, Joint Exploration Model 2 (JEM 2) en:

[https://jvet.hhi.fraunhofer.de/svn/svn\\_HMJEMSoftware/tags/HM-16.6-JEM-2.0/](https://jvet.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HMJEMSoftware/tags/HM-16.6-JEM-2.0/). Un algoritmo para JEM2 se describe en J. Chen, E. Alshina, G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, J. Boyce, "Descripción del algoritmo del modelo de prueba conjunta de exploración 2", JVET-B1001, San Diego, marzo de 2016, cuya descripción se incorpora aquí como referencia. Se puede descargar otra versión del software de referencia, es decir, Joint Exploration Model 3 (JEM 3) en: [https://jvet.hhi.fraunhofer.de/svn/svn\\_HMJEMSoftware/tags/HM-16.6-JEM-3.0/](https://jvet.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HMJEMSoftware/tags/HM-16.6-JEM-3.0/). La descripción del algoritmo para JEM3 también puede denominarse JVET-C1001 y se incorpora aquí como referencia. Un algoritmo para JEM4 se describe en J. Chen, E. Alshina, G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, J. Boyce, "Algorithm Description of Joint Exploration Test Model 4," JVET-D1001, octubre de 2016 y se incorpora aquí como referencia.

**[0052]** Las técnicas de esta divulgación pueden utilizar la terminología HEVC para facilitar la explicación. Sin embargo, no debe suponerse que las técnicas de esta divulgación están limitadas a HEVC, y de hecho, se contempla explícitamente que las técnicas de esta divulgación puedan implementarse en estándares sucesores de HEVC y sus extensiones, así como otras técnicas de compresiones de video (por ejemplo, códecs no estandarizados).

**[0053]** Aunque no se muestra en la FIG. 1, en algunos aspectos, el codificador de video 20 y el decodificador de video 30 pueden, cada uno, estar integrados con un

codificador y decodificador de audio, y pueden incluir unidades MUX-DEMUX apropiadas, u otro hardware y software, para manejar la codificación de audio y video en un flujo de datos común o flujos de datos separados. Si corresponde, en algunos ejemplos, las unidades MUX-DEMUX pueden cumplir con el protocolo multiplexor ITU H.223 u otros protocolos, como el protocolo de datagramas de usuario (UDP).

**[0054]** El codificador de video 20 y el decodificador de video 30 pueden implementarse, cada uno, como cualquiera de una variedad de circuitos de codificador o circuitos de decodificador adecuados, tales como uno o más microprocesadores, procesadores de señal digital (DSP), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), matrices de puertas programables (FPGA), lógica discreta, software, hardware, firmware o cualquier combinación de ellos. Cuando las técnicas se implementan parcialmente en software, un dispositivo puede almacenar instrucciones para el software en un medio adecuado, no transitorio, legible por computadora y ejecutar las instrucciones en hardware utilizando uno o más procesadores para realizar las técnicas de esta divulgación. Cada uno de los codificadores de video 20 y decodificador de video 30 puede incluirse en uno o más codificadores o decodificadores, cualquiera de los cuales puede integrarse como parte de un codificador/decodificador combinado (CODEC) en un dispositivo respectivo.

**[0055]** En HEVC y otras especificaciones de codificación de video, una secuencia de video típicamente incluye una serie de imágenes. Las imágenes también pueden denominarse “cuadros”. En un enfoque de ejemplo, una imagen puede incluir tres matrices de muestra, denominadas SL, SCb y SCr. En este enfoque de ejemplo, SL es una matriz bidimensional (es decir, un bloque) de muestras de luma. SCb es una matriz bidimensional de muestras de crominancia Cb. SCr es una matriz bidimensional de muestras de crominancia Cr. Las muestras de crominancia también pueden denominarse en el presente documento muestras de “croma”. En otros casos, una imagen puede ser monocromática y solo puede incluir una serie de muestras de luma.

**[0056]** Para generar una representación codificada de una imagen, el codificador de video 20 puede generar un conjunto de unidades de árbol de codificación (CTU). El tamaño de una CTU puede variar de 16x16 a 64x64 en el perfil principal HEVC (aunque técnicamente también se pueden admitir tamaños de CTU de 8x8). Cada una de las CTU puede comprender un bloque de árbol de codificación de muestras de luma, dos bloques de árbol de codificación correspondientes de muestras de croma y estructuras de sintaxis utilizadas para codificar las muestras de los bloques de árbol de codificación. En imágenes monocromas o imágenes que tienen tres planos de color

separados, una CTU puede comprender un único bloque de árbol de codificación y estructuras de sintaxis utilizadas para codificar las muestras del bloque de árbol de codificación. Un bloque de árbol de codificación puede ser un bloque de muestras NxN. Una CTU también puede denominarse “bloque de árbol” o “unidad de codificación más grande” (LCU). Las CTU de HEVC pueden ser ampliamente análogas a los macrobloques de otros estándares, como H.264/AVC. Sin embargo, una CTU no está necesariamente limitada a un tamaño particular y puede incluir una o más unidades de codificación (CU). Un segmento puede incluir un número entero de CTU ordenadas consecutivamente en un orden de exploración de rejilla.

**[0057]** Para generar una CTU codificada, el codificador de video 20 puede realizar de forma recursiva la partición de cuatro árboles en los bloques de árbol de codificación de una CTU para dividir los bloques de árbol de codificación en bloques de codificación, de ahí el nombre de “unidades de árbol de codificación”. Un bloque de codificación puede ser un bloque de muestras NxN. Una CU puede comprender un bloque de codificación de muestras de luma y dos bloques de codificación correspondientes de muestras de croma de una imagen que tiene una matriz de muestra de luma, una matriz de muestra de Cb y una matriz de muestra de Cr, y estructuras de sintaxis utilizadas para codificar las muestras de los bloques de codificación. En imágenes monocromas o imágenes que tienen tres planos de color separados, una CU puede comprender un solo bloque de codificación y estructuras de sintaxis utilizadas para codificar las muestras del bloque de codificación.

**[0058]** El codificador de video 20 puede dividir un bloque de codificación de una CU en uno o más bloques de predicción. Un bloque de predicción es un bloque rectangular (es decir, cuadrado o no cuadrado) de muestras en donde se aplica la misma predicción. Una unidad de predicción (PU) de una CU puede comprender un bloque de predicción de muestras de luma, dos bloques de predicción correspondientes de muestras de croma y estructuras de sintaxis utilizadas para predecir los bloques de predicción. En imágenes monocromas o imágenes que tienen tres planos de color separados, una PU puede comprender un solo bloque de predicción y estructuras de sintaxis utilizadas para predecir el bloque de predicción. El codificador de video 20 puede generar bloques predictivos de luma, Cb y Cr para los bloques de predicción luma, Cb y Cr de cada PU de la CU.

**[0059]** El codificador de video 20 puede usar intrapredicción o interpredicción para generar los bloques predictivos para una PU. Si el codificador de video 20 usa la intrapredicción para generar los bloques predictivos de una PU, el codificador de video

20 puede generar los bloques predictivos de la PU en base a muestras decodificadas de la imagen asociada con la PU. Si el codificador de video 20 usa interpredicción para generar los bloques predictivos de una PU, el codificador de video 20 puede generar los bloques predictivos de la PU basados en muestras decodificadas de una o más imágenes distintas de la imagen asociada con la PU.

**[0060]** Cada CU está codificada con un modo. Cuando una CU está codificada, la CU puede dividirse más en 2 o 4 unidades de predicción PU o convertirse en una sola PU cuando no se aplica una partición adicional. Cuando dos PU están presentes en una CU, las dos PU pueden ser rectángulos de medio tamaño o dos rectángulos con un tamaño de  $\frac{1}{4}$  o  $\frac{3}{4}$  de la CU. Cuando una CU está codificada, puede estar presente un conjunto de información de movimiento para cada PU. Además, cada PU se codifica con un modo de predicción único para derivar el conjunto de información de movimiento.

**[0061]** Después de que el codificador de video 20 genera bloques predictivos de luma, Cb y Cr para una o más PU de una CU, el codificador de video 20 puede generar un bloque residual de luma para la CU. Cada muestra en el bloque residual de luma de CU indica una diferencia entre una muestra de luma en uno de los bloques de luma predictivos de CU y una muestra correspondiente en el bloque de codificación de luma original de CU. Además, el codificador de video 20 puede generar un bloque residual de Cb para la CU. Cada muestra en el bloque residual de Cb de la CU puede indicar una diferencia entre una muestra de Cb en uno de los bloques de Cb predictivos de la CU y una muestra correspondiente en el bloque de codificación de Cb original de la CU. El codificador de video 20 también puede generar un bloque residual Cr para la CU. Cada muestra en el bloque residual Cr de la CU puede indicar una diferencia entre una muestra Cr en uno de los bloques Cr predictivos de la CU y una muestra correspondiente en el bloque de codificación Cr original de la CU.

**[0062]** Además, el codificador de video 20 puede usar la división de cuatro árboles para descomponer los bloques residuales luma, Cb y Cr de un CU en uno o más bloques de transformada luma, Cb y Cr. Un bloque de transformada es un bloque rectangular (por ejemplo, cuadrado o no cuadrado) de muestras en donde se aplica la misma transformada. Una unidad de transformada (TU) de una CU puede comprender un bloque de transformada de muestras de luma, dos bloques de transformada correspondientes de muestras de croma y estructuras de sintaxis utilizadas para transformar las muestras de bloque de transformada. Por lo tanto, cada TU de una CU puede estar asociada con un bloque de transformada de luma, un bloque de

transformada Cb y un bloque de transformada Cr. El bloque de transformada de luma asociado con la TU puede ser un sub-bloque del bloque residual de luma de la CU. El bloque de transformada Cb puede ser un sub-bloque del bloque residual Cb de la CU. El bloque de transformada Cr puede ser un sub-bloque del bloque residual Cr de la CU. En imágenes monocromas o imágenes que tienen tres planos de color separados, una TU puede comprender un solo bloque de transformada y estructuras de sintaxis utilizadas para transformar las muestras del bloque de transformada.

**[0063]** El codificador de video 20 puede aplicar una o más transformadas a un bloque de transformada de luma de una TU para generar un bloque de coeficiente de luma para la TU. Un bloque de coeficientes puede ser una matriz bidimensional de coeficientes de transformada. Un coeficiente de transformada puede ser una cantidad escalar. El codificador de video 20 puede aplicar una o más transformadas a un bloque de transformada Cb de una TU para generar un bloque de coeficiente Cb para la TU. El codificador de video 20 puede aplicar una o más transformadas a un bloque de transformada Cr de una TU para generar un bloque de coeficiente Cr para la TU.

**[0064]** Después de generar un bloque de coeficientes (por ejemplo, un bloque de coeficientes de luma, un bloque de coeficientes de Cb o un bloque de coeficientes de Cr), el codificador de video 20 puede cuantificar el bloque de coeficientes. La cuantificación generalmente se refiere a un proceso en donde los coeficientes de transformada se cuantifican para posiblemente reducir la cantidad de datos utilizados para representar los coeficientes de transformada, proporcionando una compresión adicional. Después de que el codificador de video 20 cuantifica un bloque de coeficientes, el codificador de video 20 puede codificar entropía elementos de sintaxis que indican los coeficientes de transformada cuantificados. Por ejemplo, el codificador de video 20 puede realizar una codificación aritmética binaria adaptativa al contexto (CABAC) en los elementos de sintaxis que indican los coeficientes de transformada cuantificados.

**[0065]** El codificador de video 20 puede emitir un flujo de bits que incluye una secuencia de bits que forma una representación de imágenes codificadas y datos asociados. El flujo de bits puede comprender una secuencia de unidades de capa de abstracción de red (NAL). Una unidad NAL es una estructura de sintaxis que contiene una indicación del tipo de datos en la unidad NAL y los bytes que contienen esos datos en forma de una carga útil de secuencia de bytes sin procesar (RBSP) intercalada según sea necesario con bits de prevención de emulación. Cada una de las unidades NAL incluye un encabezado de unidad NAL y encapsula un RBSP. El encabezado de

la unidad NAL puede incluir un elemento de sintaxis que indica un código de tipo de unidad NAL. El código de tipo de unidad NAL especificado por el encabezado de la unidad NAL de una unidad NAL indica el tipo de la unidad NAL. Un RBSP puede ser una estructura de sintaxis que contiene un número entero de bytes que se encapsula dentro de una unidad NAL. En algunos casos, un RBSP incluye cero bits.

**[0066]** Los diferentes tipos de unidades NAL pueden encapsular diferentes tipos de RBSP. Por ejemplo, un primer tipo de unidad NAL puede encapsular un RBSP para un PPS, un segundo tipo de unidad NAL puede encapsular un RBSP para un segmento codificado, un tercer tipo de unidad NAL puede encapsular un RBSP para mensajes SEI, y así sucesivamente. Las unidades NAL que encapsulan RBSP para datos de codificación de video (a diferencia de las RBSP para conjuntos de parámetros y mensajes SEI) pueden denominarse unidades NCL VCL.

**[0067]** El decodificador de video 30 puede recibir un flujo de bits generado por el codificador de video 20. Además, el decodificador de video 30 puede analizar el flujo de bits para obtener elementos de sintaxis del flujo de bits. El decodificador de video 30 puede reconstruir las imágenes de los datos de video basándose al menos en parte en los elementos de sintaxis obtenidos del flujo de bits. El proceso para reconstruir los datos de video puede ser generalmente recíproco al proceso realizado por el codificador de video 20. Además, el decodificador de video 30 puede cuantificar inversamente los bloques de coeficientes asociados con las TU de una CU actual. El decodificador de video 30 puede realizar transformaciones inversas en los bloques de coeficientes para reconstruir los bloques de transformada asociados con las TU de la CU actual. El decodificador de video 30 puede reconstruir los bloques de codificación de la CU actual agregando las muestras de los bloques predictivos para las PU de la CU actual a las muestras correspondientes de los bloques de transformada de las TU de la CU actual. Al reconstruir los bloques de codificación para cada CU de una imagen, el decodificador de video 30 puede reconstruir la imagen.

**[0068]** La estructura QTBT, como se describe en H. Huang, K. Zhang, Y.-W. Huang, S. Lei, "EE2.1: Quadtree plus binary tree structure integration with JEM tools", JVET-C0024, junio de 2016 (incorporado aquí como referencia), se adopta en el software JEM4. En la estructura QTBT, un CTB se divide en primer lugar por una estructura quadtree. Los nodos hoja quadtree se dividen aún más por una estructura de árbol binario. Los nodos hoja binarios del árbol, a saber, los bloques de codificación (CB), se utilizan para la predicción y la transformada sin más particiones. Para los segmentos P y B, los CTB luma y croma en una CTU comparten la misma estructura QTBT. Para el

segmento, el luma CTB se divide en CB por una estructura QTBT, y dos CTB de croma se dividen en CB croma por otra estructura QTBT.

**[0069]** Una CTU (o CTB para el segmento I), que es el nodo raíz de un quadtree, se divide en primer lugar por un quadtree, donde la división del quadtree de un nodo se puede iterar hasta que el nodo alcance el tamaño mínimo permitido del nodo hoja del quadtree (MinQTSIZE). Si el tamaño del nodo hoja de quadtree no es mayor que el tamaño máximo permitido del nodo raíz del árbol binario (MaxBTSIZE), puede dividirse aún más mediante un árbol binario. La división del árbol binario de un nodo se puede repetir hasta que el nodo alcance el tamaño mínimo permitido del nodo hoja del árbol binario (MinBTSIZE) o la profundidad máxima permitida del árbol binario (MaxBTDepth). El nodo hoja binario del árbol, a saber, CU (o CB para el segmento I), se usará para la predicción (por ejemplo, predicción intraimagen o interimagen) y se transformará sin ninguna partición adicional. Hay dos tipos de división en la división de árbol binario: división horizontal simétrica y división vertical simétrica.

**[0070]** En un ejemplo de la estructura de partición QTBT, el tamaño de la CTU se establece en 128x128 (muestras de luma y las muestras correspondientes de 64x64 Cb/Cr), el MinQTSIZE se establece en 16x16, el MaxBTSIZE se establece en 64x64, el MinBTSIZE (tanto para ancho como alto) se establece en 4, y MaxBTDepth se establece en 4. La partición quadtree se aplica primero a la CTU para generar nodos hoja quadtree. Los nodos hoja quadtree pueden tener un tamaño de 16x16 (es decir, el tamaño MinQTSIZE) a 128x128 (es decir, el tamaño de la CTU). Si el nodo hoja quadtree es 128x128, no se dividirá más por el árbol binario ya que el tamaño excede el tamaño MaxBTS (es decir, 64x64). De lo contrario, el nodo hoja binario se dividirá aún más por el árbol binario. Por lo tanto, el nodo hoja quadtree también es el nodo raíz del árbol binario y su profundidad de árbol binario se define como 0. Cuando la profundidad del árbol binario alcanza MaxBTDepth (es decir, 4), no implica más división. Cuando el nodo del árbol binario tiene un ancho igual a MinBTSIZE (es decir, 4), no implica más división horizontal. Del mismo modo, cuando el nodo del árbol binario tiene una altura igual a MinBTSIZE, no implica más división vertical. Los nodos hoja del árbol binario, a saber, las CU, se procesan adicionalmente por predicción y se transforman sin más particiones.

**[0071]** La FIG. 2A ilustra un ejemplo de particionamiento de bloques usando QTBT, y la FIG. 2B ilustra la estructura de árbol correspondiente. Las líneas continuas indican la división quadtree y las líneas de puntos indican la división del árbol binario. En cada nodo de división (es decir, no hoja) del árbol binario, se señala un indicador para

indicar qué tipo de división (es decir, horizontal o vertical) se utiliza, donde 0 indica división horizontal y 1 indica división vertical. Para la división quadtree, no es necesario indicar el tipo de división, ya que siempre divide un bloque horizontal y verticalmente en 4 sub-bloques de igual tamaño.

**[0072]** Para el segmento I, se propone una estructura de partición de bloques separados por croma luma. El componente luma de una CTU (es decir, el luma CTB) se divide por una estructura QTBT en luma CB, y los dos componentes croma de esa CTU (es decir, los dos CTB croma) se dividen por otra estructura QTBT en croma CB.

**[0073]** Para el segmento P y B, se comparte la estructura de división de bloques para luma y croma. Es decir, una CTU (que incluye tanto luma como croma) está dividida por una estructura QTBT en CU.

**[0074]** La FIG. 3 muestra un ejemplo de intrapredicción para un bloque de 16x16. Al codificar un bloque en un modo de intrapredicción, el codificador de video realiza la predicción de bloques de imagen utilizando muestras de imágenes reconstruidas espacialmente vecinas. Un ejemplo típico de intrapredicción para un bloque de imagen de 16x16 se muestra en la FIG. 3. Con la intrapredicción, el bloque de imagen de 16x16 40 se predice por las muestras reconstruidas vecinas anteriores y superiores (muestras de referencia) a lo largo de una dirección de predicción seleccionada (como se indica mediante la flecha 41).

**[0075]** La FIG. 4 muestra los 35 modos de intrapredicción definidos en HEVC. En HEVC, para la intrapredicción de un bloque luma, un codificador de video puede seleccionar entre 35 modos disponibles, que incluyen el modo planar, el modo DC y 33 modos angulares, como se indica en la FIG. 4)

**[0076]** Para el modo planar, que es un modo de intrapredicción frecuente, la muestra de predicción se genera como se muestra en la FIG. 5. Para realizar la predicción planar para un bloque NxN, para cada muestra de  $p_{xy}$  del bloque ubicado en las coordenadas (x, y), el valor de predicción se calcula (es decir, se determina) utilizando cuatro muestras reconstruidas vecinas específicas (por ejemplo, muestras de referencia) con un filtro bilineal. Las cuatro muestras de referencia incluyen la muestra reconstruida superior derecha indicada como "TR", la muestra reconstruida inferior izquierda indicada como "BL", la muestra reconstruida ubicada en la misma columna ( $r_{x,-1}$ ) de la muestra actual indicada por "L" y la muestra reconstruida ubicada en la fila ( $r_{-1,y}$ ) de la muestra actual denotada por "T". El modo planar se puede formular de la siguiente manera:

$$p_{xy} = ((N-x-1) \cdot L + (N-y-1) \cdot T + (x+1) \cdot TR + (y+1) \cdot BL) \gg (\text{Log2}(N) + 1) \quad (1)$$

Para el modo DC, el bloque de predicción simplemente se llena con el valor DC (es decir, el valor promedio de las muestras reconstruidas vecinas) como

$$p_{xy} = \text{valor DC} = \frac{1}{M+N} (\sum_{k=0}^{M-1} A_k + \sum_{k=0}^{N-1} L_k), \quad (2)$$

donde M es el número de muestras reconstruidas vecinas superiores, N es el número de muestras reconstruidas vecinas izquierdas,  $A_k$  representa la k-ésima muestra reconstruida vecina superior y  $L_k$  representa la k-ésima muestra reconstruida vecina izquierda como se muestra en la FIG. 6. Cuando todas las muestras vecinas no están disponibles (por ejemplo, todas las muestras vecinas no existen o todas las muestras vecinas aún no se han codificado/decodificado), se asigna un valor predeterminado de  $1 \ll (\text{bitDepth} - 1)$  a cada una de las muestras no disponibles. Aquí, la variable “bitDepth” denota la profundidad de bits (es decir, el número de bits utilizados) del componente luma o del componente croma. Cuando un subconjunto (por ejemplo, un número parcial de muestras vecinas, pero no todas) no está disponible, las muestras no disponibles se rellenan con las muestras disponibles. Generalmente, tanto el modo planar como el modo DC se aplican para modelar regiones de imagen que varían suavemente y son constantes.

**[0077]** Aunque HEVC define 35 modos de intrapredicción para intrapredicción, por ejemplo, para bloques luma, persisten algunos problemas con estos modos convencionales. Para algunos casos de intrapredicción, los modos existentes (incluidos los 33 modos angulares) pueden no representar los modos de predicción más óptimos para codificar un bloque dado.

**[0078]** Se propuso la intrapredicción cromática del modelo lineal (LM) a JCT-VC en [http://phenix.int-evry.fr/jct/doc\\_end\\_user/documents/5\\_Geneva/wg11/JCTVC-E0266-v4.zip](http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/5_Geneva/wg11/JCTVC-E0266-v4.zip). También se ha propuesto a JVET como se describe en la Sección 2.2.4 en [http://phenix.int-evry.fr/jvet/doc\\_end\\_user/documents/3\\_Geneva/wg11/JVET-C1001-v3.zip](http://phenix.int-evry.fr/jvet/doc_end_user/documents/3_Geneva/wg11/JVET-C1001-v3.zip). El modo LM supone que existe una relación lineal entre los componentes luma y croma. El modo LM explora los píxeles reconstruidos vecinos utilizando el enfoque de regresión lineal para descubrir la relación. Cuando se usa el modo LM, los valores de croma se pueden predecir a partir de los valores de luma reconstruidos del mismo bloque de la siguiente manera.

$$Pred_c[x, y] = \alpha \cdot Rec_L[x, y] + \beta \quad (3)$$

donde  $Pred_c$  indica la predicción de muestras de croma en un bloque y  $Rec_L$  indica

las muestras de luma reconstruidas en el bloque. Los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  se derivan de muestras causales reconstruidas alrededor del bloque actual.

**[0079]** La relación de muestreo de los componentes de croma es la mitad de la del componente luma y tiene una diferencia de fase de 0,5 píxeles en dirección vertical en el muestreo YUV420. La luma reconstruida se muestrea en dirección vertical y se submuestra en dirección horizontal para que coincida con el tamaño y la fase de la señal de croma, de la siguiente manera.

$$Rec_L'[x, y] = (Rec_L[2x, 2y] + Rec_L[2x, 2y + 1]) \gg 1 \quad (4)$$

**[0080]** El método LM utiliza una solución lineal de mínimos cuadrados entre los datos reconstruidos causales del componente de luma disminuido y el componente de croma causal para derivar los parámetros del modelo  $\alpha$  y  $\beta$ . Por ejemplo, los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  del modelo se pueden derivar de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{I \cdot \sum_{i=0}^I Rec_C(i) \cdot Rec_L'(i) - \sum_{i=0}^I Rec_C(i) \cdot \sum_{i=0}^I Rec_L'(i)}{I \cdot \sum_{i=0}^I Rec_L'(i) \cdot Rec_L'(i) - \left( \sum_{i=0}^I Rec_L'(i) \right)^2} = \frac{A_1}{A_2} \quad (5)$$

$$\beta = \frac{\sum_{i=0}^I Rec_C(i) - \alpha \cdot \sum_{i=0}^I Rec_L'(i)}{I} \quad (6)$$

donde  $Rec_C(i)$  y  $Rec_L'(i)$  indica muestras de croma reconstruidas y muestras de luma disminuidas alrededor del bloque objetivo, indica el número total de muestras de datos vecinos.

**[0081]** La FIG. 7 es un diagrama gráfico de ubicaciones de muestras utilizadas para derivar el parámetro del modelo  $\alpha$  y el parámetro del modelo  $\beta$ . Como se ilustra en la FIG. 7, solo las muestras causales izquierdas y superiores marcadas como círculos grises están involucradas en el cálculo para mantener el número total de muestras  $I$  como potencia de 2. Para un bloque de croma  $N \times N$  objetivo, cuando las muestras causales izquierda y superior están disponibles, el número total de muestras involucradas es  $2N$ ; cuando solo están disponibles muestras causales restantes o superiores, el número total de muestras involucradas es  $N$ .

**[0082]** FIG. 8 es un diagrama gráfico de un ejemplo de regresión lineal entre

componentes de luma (Y) y componentes de croma (C). Como se ilustra en la FIG. 8, según un ejemplo, una relación lineal entre luma y componentes de croma se puede resolver utilizando un método de regresión lineal. En la FIG. 8, un punto en el diagrama gráfico corresponde a un par de la muestra  $Rec'_L[x,y], Rec_c[x,y]$ .

**[0083]** La FIG. 9 es un diagrama esquemático del muestreo descendente de la muestra de luma en JEM3.0. JVET adopta un filtro de muestreo descendente de muestra de luma más sofisticado para el modo LM en JEM3.0, como se ilustra en la FIG. 9, donde

$$Rec'_L[x,y] = (2 \cdot Rec_L[2x,2y] + 2 \cdot Rec_L[2x,2y+1] + Rec_L[2x-1,2y] + Rec_L[2x+1,2y] + Rec_L[2x-1,2y+1] + Rec_L[2x+1,2y+1] + 4) \gg 3 \quad (7)$$

**[0084]** Cuando las muestras se ubican en el límite de la imagen, se aplica un filtro de dos toques como se muestra en la ecuación (7) anterior.

**[0085]** En un esfuerzo por abordar potencialmente los problemas discutidos en este documento y/o mejorar las técnicas existentes de intrapredicción, esta divulgación describe técnicas para predecir muestras que utilizan modos de intrapredicción angular además de (es decir, distintos y/o además de) modos de intrapredicción angular entre  $-45^\circ$  horizontales y  $-45^\circ$  verticales (por ejemplo, los 33 modos de predicción angular definidos en HEVC). Específicamente, esta divulgación contempla el uso de modos de intrapredicción angular más allá de  $-45^\circ$  horizontales y  $-45^\circ$  verticales para la predicción. Los modos, técnicas, métodos y/o diversos ejemplos de intrapredicción angular descritos aquí pueden aplicarse individualmente y/o en cualquier combinación.

**[0086]** Como se indicó anteriormente, los modos de intrapredicción existentes (incluidos los 33 modos angulares) definidos en HEVC pueden no proporcionar la predicción más óptima para codificar un bloque dado en todas las circunstancias. Sin embargo, la utilización de los modos de intrapredicción angular extendida (también referidos aquí como modos de intrapredicción extendida o interpredicción extendida) como se describe de acuerdo con la presente divulgación puede, en algunos casos, requerir un aumento de la complejidad del diseño del codificador (por ejemplo, implementaciones algorítmicas y/u operaciones) de un codificador de video (por ejemplo, codificador de video 20) para obtener ganancias de codificación y aumentar la calidad de predicción que se lograría con el aumento en la variedad de predicción que puede proporcionar el uso de la intrapredicción angular extendida. Por ejemplo, se puede requerir un codificador de video, tal como el codificador de video 20, que

soporta los modos de intrapredicción extendida de la presente divulgación, en algunas circunstancias, para evaluar muestras de imagen (o muestras de referencia) adicionales reconstruidas (es decir, además de aquellas muestras de imágenes evaluadas junto con los modos de intrapredicción definidos en HEVC) a lo largo de al menos una dirección de predicción adicional asociada con los modos de intrapredicción extendida para determinar y/o seleccionar una muestra o muestras de referencia particulares para predecir el bloque actual. En otras palabras, se puede requerir un codificador de video (por ejemplo, codificador de video 20) para realizar cálculos adicionales que los típicamente requeridos para la utilización de modos de intrapredicción convencionales proporcionados por, por ejemplo, HEVC para mejorar la probabilidad de identificar una mejor muestra de referencia (es decir, candidato de predicción) para predecir el bloque actual de acuerdo con la presente divulgación.

**[0087]** La FIG. 10A ilustra un ejemplo de algunos de los modos de intrapredicción angular extendida contemplados por la presente divulgación. En este ejemplo, como se muestra, hay cuatro modos angulares (ilustrados con flechas punteadas) más allá de  $-45^\circ$  horizontales (es decir, el modo 2 como se define en HEVC y se representa en la FIG. 4) que están etiquetados (es decir, identificados) como N1, N2, N3 y N4. Además, en este ejemplo particular, hay cuatro modos angulares adicionales (ilustrados con flechas punteadas) más allá de  $-45^\circ$  verticales (es decir, el modo 34 definido en HEVC y representado en la FIG. 4) que están etiquetados como N5, N6, N7 y N8.

**[0088]** La FIG. 10B ilustra otro ejemplo de algunos de los modos de intrapredicción angular extendida contemplados por la presente divulgación. En este ejemplo, cuando las muestras reconstruidas circundantes están disponibles (por ejemplo, bloque intracodificado rodeado de bloques intercodificados), se pueden aplicar algunas (por ejemplo, todas) las direcciones angulares de intrapredicción extendida (ilustradas con flechas punteadas). En otras palabras, basándose en una determinación de que el bloque actual que está siendo intracodificado está rodeado por bloques intercodificados, las direcciones de intrapredicción angular extendidas ilustradas en la FIG. 10B se puede determinar como disponibles para predecir muestras del bloque actual.

**[0089]** En algunas implementaciones de la presente divulgación, las muestras dentro de un bloque actual se predicen mediante muestras reconstruidas en una línea superior (por ejemplo, una línea reconstruida de muestras de un bloque vecino) basándose en los modos de intrapredicción extendida utilizando más allá de  $-45^\circ$

verticales. La FIG. 11 muestra un ejemplo de predicción de una muestra (marcada como "A") de un bloque actual a partir de muestras reconstruidas de una línea superior con un modo de intrapredicción angular extendida de la presente divulgación. Con el ángulo más allá de  $-45^\circ$  verticales (es decir, un modo de intrapredicción angular extendida ilustrado con una flecha sólida), la muestra "A" se proyecta a una muestra, que puede ser una submuestra, en la línea superior. En comparación con los modos de predicción angular en HEVC (marcado como flechas de puntos), el modo de intrapredicción angular extendida propuesto de acuerdo con la presente divulgación permite la proyección de una muestra o submuestra más allá de la muestra (marcada como "B") a la que se proyecta el ángulo  $-45^\circ$  vertical. En un ejemplo, la muestra "A" se proyecta en una submuestra, que se puede interpolar con las muestras reconstruidas vecinas en la línea superior mediante un filtro de interpolación. En un ejemplo, la muestra "A" se proyecta a una submuestra, que puede ser aproximada por una muestra reconstruida vecina. En la FIG. 10, la muestra "A" se puede proyectar a la muestra "C" como una aproximación.

**[0090]** En otro ejemplo de la presente divulgación, las muestras del bloque actual se pueden predecir mediante muestras reconstruidas de una línea izquierda utilizando un modo de intrapredicción angular extendida más allá de  $-45^\circ$  horizontales. La FIG. 12 ilustra un ejemplo de predicción de una muestra (marcada como "A") a partir de las muestras reconstruidas en una línea izquierda con un modo de intrapredicción angular extendida de la presente divulgación. Con el ángulo más allá de  $-45^\circ$  horizontales (es decir, un modo de intrapredicción angular extendida ilustrado con una flecha sólida), la muestra "A" se proyecta a una muestra, que puede ser una submuestra, en la línea superior. En comparación con los modos de predicción angular en HEVC (ilustrados como flechas de puntos en la FIG. 12), el modo de predicción angular extendido propuesto de la presente divulgación permite proyectar una muestra o submuestra más allá de la muestra (marcada como "B") a la que se proyecta el ángulo  $-45^\circ$  horizontales. En un ejemplo, la muestra "A" se proyecta a una submuestra, que puede ser interpolada con muestras reconstruidas vecinas en la línea izquierda por un filtro de interpolación. En un ejemplo, la muestra "A" se proyecta a una submuestra, que puede ser aproximada por una muestra reconstruida vecina. En la FIG. 12, la muestra "A" se puede proyectar a la muestra "C" como una aproximación.

**[0091]** En otro ejemplo más de la presente divulgación, las muestras en un bloque actual pueden predecirse por muestras en la línea derecha (por ejemplo, una línea reconstruida de muestras de un bloque vecino) utilizando un modo de intrapredicción

angular extendida más allá de  $-45^\circ$  verticales. La FIG. 13 ilustra un ejemplo de predicción de muestras (marcadas como "A", "B", "C" y "D") del bloque actual de las muestras reconstruidas en la línea derecha de un bloque vecino reconstruido con un modo de intrapredicción angular extendida de la presente divulgación. Con el ángulo más allá de  $-45^\circ$  verticales (es decir, el modo de intrapredicción angular extendida ilustrado con flechas sólidas), la muestra "A" se proyecta a una muestra, que puede ser una submuestra, en la línea derecha. En este ejemplo, la muestra "A" se proyecta en una submuestra, que se puede interpolar con las muestras reconstruidas vecinas en la línea derecha mediante un filtro de interpolación. En otro ejemplo, la muestra "A" se proyecta a una submuestra, que puede ser aproximada por una muestra reconstruida vecina.

**[0092]** En otro ejemplo más de la presente divulgación, las muestras proyectadas en (o dentro de) un bloque actual pueden predecirse mediante muestras proyectadas en la línea derecha basándose en la utilización de modos de intrapredicción angular extendida más allá de  $-45^\circ$  verticales. La FIG. 14 muestra un ejemplo donde las muestras en una línea derecha se proyectan desde una línea superior de muestras reconstruidas con un ángulo más allá de  $-45^\circ$  verticales (es decir, el modo de intrapredicción angular extendida ilustrado con flechas sólidas). En este ejemplo, las muestras proyectadas en la línea derecha se "llenan" en base a muestras reconstruidas de la línea superior. Por ejemplo, la muestra "A" en la línea derecha se proyecta en una submuestra de la línea superior, que puede ser interpolada con las muestras reconstruidas vecinas en la línea superior mediante un filtro de interpolación. En otro ejemplo, la muestra "A" en la línea derecha se proyecta a una submuestra, que puede ser aproximada por una muestra reconstruida vecina. En la FIG. 14, la muestra "A" en la línea derecha puede proyectarse a la muestra "B" en la línea superior como una aproximación.

**[0093]** En otro ejemplo más de la presente divulgación, las muestras reconstruidas (es decir, dentro o de) un bloque actual se predicen mediante muestras reconstruidas en una línea inferior utilizando modos de intrapredicción angular extendida más allá de  $-45^\circ$  horizontales. La FIG. 15 ilustra un ejemplo de predicción de muestras (marcadas como "A", "B", "C" y "D") del bloque actual a partir de muestras reconstruidas ubicadas en una línea inferior con un modo de intrapredicción angular extendida. Con el ángulo más allá de  $-45^\circ$  horizontales asociado con el modo de intrapredicción angular extendida que se utiliza en la FIG. 15, la muestra "A" se proyecta a una muestra, que puede ser una submuestra, en la línea inferior. En un ejemplo, la muestra "A" se

proyecta a una submuestra, que puede ser interpolada con las muestras reconstruidas vecinas en la línea inferior mediante un filtro de interpolación. En otro ejemplo, la muestra "A" puede proyectarse a una submuestra, que puede ser aproximada por una muestra reconstruida vecina.

**[0094]** En otro ejemplo más de la presente divulgación, las muestras en un bloque actual pueden predecirse mediante muestras proyectadas en una línea inferior de muestras reconstruidas basándose en la utilización de modos de intrapredicción angular extendida más allá de  $-45^\circ$  horizontales. La FIG. 16 muestra un ejemplo donde las muestras en una línea inferior se proyectan desde una línea izquierda con el ángulo más allá de  $-45^\circ$  horizontales. En este ejemplo, las muestras proyectadas en la línea inferior se "llenan" en base a muestras reconstruidas de la línea izquierda. En un ejemplo, la muestra "A" en la línea inferior se proyecta a una submuestra, que puede ser interpolada con las muestras reconstruidas vecinas en la línea izquierda mediante un filtro de interpolación. En otro ejemplo, la muestra "A" en la línea inferior se proyecta a una submuestra, que puede ser aproximada por una muestra reconstruida vecina. En la FIG. 16, la muestra en la línea inferior "A" se puede proyectar a la muestra "B" como una aproximación.

**[0095]** Los modos de intrapredicción angular extendida descritos en la presente divulgación pueden aplicarse al componente de luma así como a los componentes de croma.

**[0096]** El uso de modos de intrapredicción angular extendida puede depender (es decir, puede basarse o responder a) la disponibilidad de modos reconstruidos vecinos. Por ejemplo, con los modos de intrapredicción angular extendida definidos en las FIG. 10A y 10B, en el caso de que las muestras de referencia de la parte superior derecha no estén disponibles, los modos de intrapredicción angular extendida más allá de  $-45^\circ$  verticales (por ejemplo, N5-N8) no se aplican (por ejemplo, se restringe su utilización de acuerdo con el presente divulgación o no habilitado de acuerdo con la presente divulgación).

**[0097]** En un ejemplo, en el caso de que un bloque vecino aplique una dirección de intrapredicción angular extendida de acuerdo con la presente divulgación y el bloque actual no aplique una dirección de predicción angular extendida para derivar el modo más probable (MPM) en codificación intramodelo, la dirección de intrapredicción angular extendida adyacente puede mapearse (es decir, asociada o corresponde) a la dirección de intrapredicción más cercana (es decir, modo de intrapredicción) que está disponible para el bloque actual. Por ejemplo, con los modos de intrapredicción

angular extendida definidos en las FIG. 10A y 10B, los modos N5-N8 se asignarían al intramodo 34.

**[0098]** Como alternativa, o además de la dependencia/base anterior, el uso de modos de intrapredicción angular extendida, de acuerdo con la presente divulgación, puede depender de la forma del bloque actual. Por ejemplo, con los modos de intrapredicción angular extendida definidos en las FIG. 10A y 10B, cuando el ancho del bloque (es decir, el ancho del bloque actual) es mayor que la altura del bloque (es decir, la altura del bloque actual), solo los modos de intrapredicción angular extendida más allá de  $-45^\circ$  verticales (por ejemplo, N5-N8) pueden ser aplicables y los modos de intrapredicción angular extendida más allá de  $-45^\circ$  horizontales (por ejemplo, N1-N4) pueden no estar permitidos para aplicar (por ejemplo, están restringidos de utilización de acuerdo con la presente divulgación o no habilitados de acuerdo con el presente divulgación). Cuando el ancho del bloque es menor que la altura del bloque, solo pueden aplicarse los modos de intrapredicción angular extendida más allá de  $-45^\circ$  horizontales (por ejemplo, N1-N4) y los modos de intrapredicción angular extendida más allá de  $-45^\circ$  verticales (por ejemplo, N5- N8) no podrán ser aplicados.

**[0099]** Para mantener (es decir, conservar) el mismo número de modos de intrapredicción cuando se aplican los modos de predicción angular extendida de la presente divulgación, las direcciones de intrapredicción pueden ser redistribuidas, por ejemplo, pero no limitadas, cambiando algunas direcciones de intrapredicción dentro del rango de direcciones de predicción angular extendidas, por ejemplo, [Horizontal  $-(45+\Delta_0)^\circ$ , Vertical  $-(45+\Delta_0)^\circ$ ] y/o reemplazar algunas direcciones de intrapredicción originales con las direcciones de intrapredicción angular extendida de la presente divulgación. Las técnicas de redistribución y reemplazo anteriores son meramente ilustrativas. La presente divulgación prevé otras técnicas para mantener el mismo número de modos de intrapredicción basados en la utilización de los modos de intrapredicción angular extendida de la presente divulgación.

**[00100]** En diversas implementaciones de la presente divulgación, el bloque actual puede predecirse mediante una suma ponderada de un modo de intrapredicción angular extendida y un modo de intrapredicción normal con el ángulo entre  $-45^\circ$  horizontales y  $-45^\circ$  verticales.

**[00101]** Se genera un bloque de predicción P1 para el bloque actual usando un modo normal de predicción M1; y se genera otro bloque de predicción P2 para el bloque actual utilizando un modo de intrapredicción angular extendida M2. El bloque de predicción final P puede generarse como la suma ponderada de P1 y P2 como la

fórmula que se muestra a continuación:

$$P(x, y) = w1(x, y) \times P1(x, y) + w2(x, y) \times P2(x, y),$$

donde (x, y) es la coordenada de una muestra en el bloque actual. w1 es el valor de ponderación para P1 y w2 es el valor de ponderación para P2.

**[00102]** En un ejemplo,

$P(x, y) = (w1(x, y) \times P1(x, y) + w2(x, y) \times P2(x, y) + o) \gg s$ , donde w1, w2, o y s son enteros. Se pueden utilizar algunas restricciones (es decir, se pueden configurar restricciones). Por ejemplo,

$$w1(x, y) + w2(x, y) = 2^s$$

$$o = 2^{s-1}0 \leq w1(x, y) \leq 2^s,$$

$$0 \leq w2(x, y) \leq 2^s$$

**[00103]** En otro ejemplo, w1 y w2 dependen del modo de intrapredicción (IPM), que puede ser M1 o M2. Por ejemplo, cada modo puede tener diferentes w1 y w2.

$$P(x, y) = w1(x, y, IPM) \times P1(x, y) + w2(x, y, IPM) \times P2(x, y).$$

En otro ejemplo, los modos de intrapredicción se clasifican (por ejemplo, organizados, ordenados o asignados) en grupos. Cada grupo puede tener diferentes w1 y w2.

$$P(x, y) = w1(x, y, Group(IPM)) \times P1(x, y) + w2(x, y, Group(IPM)) \times P2(x, y).$$

**[00104]** En otras implementaciones, w1 y w2 pueden calcularse a partir de x, y. En un ejemplo,

$$w1(x, y, Group(IPM)) = a(Group(IPM)) \times x + b(Group(IPM)) \times y + c(Group(IPM))$$

, y

$$w2(x, y, Group(IPM)) = 1 - w1(x, y, Group(IPM))$$

Se puede implementar en una forma integrada

$$w1(x, y, Group(IPM)) = (a(Group(IPM)) \times x + b(Group(IPM)) \times y + c(Group(IPM)) + o) \gg s$$

, y

$$w2(x, y, Group(IPM)) = 2^s - w1(x, y, Group(IPM)).$$

donde  $a(Group(IPM))$ ,  $b(Group(IPM))$ ,  $c(Group(IPM))$ , o y s son enteros.

**[00105]** Los parámetros  $a(Group(IPM))$ ,  $b(Group(IPM))$  y  $c(Group(IPM))$  pueden estar predefinidos (es decir, configurados) tanto en un codificador como en un decodificador; alternativa o adicionalmente, los parámetros  $a(Group(IPM))$ ,  $b(Group(IPM))$  and  $c(Group(IPM))$  pueden ser señalizados, por el

codificador, al decodificador. O puede haber varios parámetros predefinidos tanto en un codificador como en un decodificador. El codificador puede señalar un índice asociado con un conjunto de parámetros predefinidos al decodificador para indicar qué parámetros se utilizan.

**[00106]** La presente divulgación contempla la configuración de restricciones mediante las cuales los dispositivos de codificación (por ejemplo, codificadores y/o decodificadores) pueden operar de acuerdo con ello. Por ejemplo,

$$o = 2^s - 1$$

$$0 \leq w1(x, y) \leq 2^s, 0 \leq w2(x, y) \leq 2^s$$

$$0 \leq a(\text{Group}(\text{IPM})), b(\text{Group}(\text{IPM})), c(\text{Group}(\text{IPM})) \leq 2^k, \text{ donde } k \text{ es un entero.}$$

**[00107]** En un ejemplo,

$$w1(x, y, \text{Group}(\text{IPM})) = a(\text{Group}(\text{IPM})) \times x^2 + b(\text{Group}(\text{IPM})) \times y^2 + c(\text{Group}(\text{IPM})) \times x \times y + d(\text{Group}(\text{IPM})) \times x + e(\text{Group}(\text{IPM})) \times y + f(\text{Group}(\text{IPM})), \text{ y}$$

$$w2(x, y, \text{Group}(\text{IPM})) = 1 - w1(x, y, \text{Group}(\text{IPM}))$$

Se puede implementar (por ejemplo, por un dispositivo de codificación) en una forma integrada

$$w1(x, y, \text{Group}(\text{IPM})) = (a(\text{Group}(\text{IPM})) \times x^2 + b(\text{Group}(\text{IPM})) \times y^2 + c(\text{Group}(\text{IPM})) \times x \times y + d(\text{Group}(\text{IPM})) \times x + e(\text{Group}(\text{IPM})) \times y + f(\text{Group}(\text{IPM})) + o) \gg s, \text{ y}$$

$$w2(x, y, \text{Group}(\text{IPM})) = 2^s - w1(x, y, \text{Group}(\text{IPM})).$$

donde  $a(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $b(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $c(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $d(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $e(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $f(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $o$  y  $s$  son enteros.

**[00108]** Los parámetros

$a(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $b(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $c(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $d(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $e(\text{Group}(\text{IPM}))$  y  $f(\text{Group}(\text{IPM}))$  se pueden predefinir tanto en el codificador como en el decodificador;

alternativa o adicionalmente, los parámetros

$a(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $b(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $c(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $d(\text{Group}(\text{IPM}))$ ,  $e(\text{Group}(\text{IPM}))$  y  $f(\text{Group}(\text{IPM}))$  pueden señalizarse desde el codificador al decodificador. Alternativa

o adicionalmente, se pueden configurar varios parámetros predefinidos tanto en el codificador como en el decodificador. En una implementación, similar a la discusión anterior, el codificador puede señalar un índice al decodificador para indicar qué parámetros se utilizan. Se pueden utilizar algunas restricciones de acuerdo con la

presente divulgación. Por ejemplo

$$0 = 2^s - 1$$

$$0 \leq w1(x,y) \leq 2^s, 0 \leq w2(x,y) \leq 2^s$$

$$0 \leq a(\text{Group}(\text{IPM})), b(\text{Group}(\text{IPM})), c(\text{Group}(\text{IPM})), d(\text{Group}(\text{IPM})), e(\text{Group}(\text{IPM})), f(\text{Group}(\text{IPM})) \leq 2^k, \text{ donde } k \text{ es un entero.}$$

**[00109]** Alternativa o adicionalmente a las otras técnicas descritas, la presente divulgación contempla habilitar (es decir, configurar) dispositivos de codificación para restringir el ángulo de predicción de M1 y el ángulo de predicción de M2 para estar en direcciones opuestas entre sí, o aproximadamente en direcciones opuestas entre sí. La FIG. 17 ilustra un ejemplo donde los ángulos de M1 y M2 están en direcciones opuestas.

**[00110]** En diversas formas de realización de la presente divulgación, las muestras de luma pueden predecirse a partir de muestras de croma. La presente divulgación contempla una nueva técnica de predicción que permite esta predicción de muestras de luma a partir de muestras de croma que se denominan intrapredicción del modelo lineal inverso (iLM).

**[00111]** Por ejemplo,  $Pred'_L[x,y] = \alpha \cdot Rec_C[x,y] + \beta$ , donde  $Rec_C[x,y]$  es una muestra reconstruida con croma.  $\alpha$  y  $\beta$  se derivan de las muestras construidas vecinas de luma y croma con un enfoque de regresión lineal.  $Pred'_L[x,y]$  es una muestra de predicción de luma con muestras reducidas. El bloque de predicción para el componente luma puede generarse mediante el muestreo ascendente de las muestras de predicción luma muestreadas hacia abajo.

$$\text{Por ejemplo, } Pred'_L[x,y] = \begin{cases} \alpha_1 \cdot Rec_C[x,y] + \beta_1 & \text{if } Rec_C[x,y] \leq T \\ \alpha_2 \cdot Rec_C[x,y] + \beta_2 & \text{if } Rec_C[x,y] > T' \end{cases}$$

donde  $Rec_C[x,y]$  es una muestra reconstruida de croma. Las muestras reconstruidas con croma se clasifican en dos grupos por (por ejemplo, según) sus intensidades.  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$  y  $\beta_2$  se derivan de las muestras construidas vecinas de luma y croma con el enfoque de regresión lineal.  $Pred'_L[x,y]$  es una muestra de predicción de luma con muestras reducidas. El bloque de predicción para el componente luma puede generarse mediante el muestreo ascendente de las muestras de predicción luma muestreadas hacia abajo.

**[00112]** De acuerdo con la presente divulgación, se puede señalar un indicador a nivel de imagen, nivel de segmento, nivel de unidad de árbol de codificación (CTU), nivel de unidad de codificación (CU), nivel de unidad de predicción (PU) y/o unidad de

transformada (TU) para indicar si se aplica iLM. En un ejemplo, según las muestras de luma en una CTU, CU, TU o PU que se predicen con el modo iLM, las muestras de croma en la misma CTU, CU, TU o PU no se pueden predecir con el modo LM. En un ejemplo, basado en muestras de luma en una CTU que se predice con el modo iLM, se deben compartir las estructuras de codificación de los componentes de luma y croma; en este ejemplo, las estructuras de codificación de los componentes luma y croma no se pueden separar. En otro ejemplo más, basado en muestras de luma en una CTU que se predice con el modo iLM, las estructuras de codificación de los componentes luma y croma se pueden separar, pero la información del componente croma del que iLM deriva la predicción luma debe codificarse antes de componente luma.

**[00113]** De acuerdo con la presente divulgación, el bloque de predicción de luma final puede calcularse (es decir, determinarse o calcularse) como una suma ponderada de la predicción del modo iLM y la predicción de un modo de intrapredicción normal o extendido.

**[00114]** En diversas implementaciones de la presente divulgación, la intrapredicción se puede realizar de forma en cascada línea por línea. Las FIG. 18A-18D ilustran un ejemplo de intrapredicción en cascada línea por línea de un bloque actual de acuerdo con la presente divulgación. Las FIG. 18E-18H ilustran un ejemplo de intrapredicción en cascada línea por línea de un bloque actual que utiliza un modo de intrapredicción angular extendida de la presente divulgación.

**[00115]** En la FIG. 18A, las muestras en la primera fila (muestras marcadas en negro) desde la parte superior del bloque actual se predicen a partir de muestras vecinas reconstruidas (muestras marcadas en sombreado) con el ángulo asociado con un modo de predicción particular. En la FIG. 18B, se predicen muestras en la segunda fila (muestras marcadas en negro) del bloque actual, con un ángulo asociado con un modo de predicción particular (por ejemplo, el ángulo del modo de predicción utilizado en la predicción de muestras ilustradas en la FIG. 18A), a partir de muestras de predicción de la primera fila. Las muestras del bloque actual en el límite de la FIG. 18B (por ejemplo, la muestra marcada en negro más a la izquierda de la segunda fila desde la parte superior del bloque actual) puede predecirse, utilizando el ángulo del asociado con el modo de predicción particular, a partir de las muestras vecinas reconstruidas (por ejemplo, muestras marcadas con sombreado). En la FIG. 18C, se predice la tercera fila de muestras (muestras marcadas en negro) del bloque actual (por ejemplo, utilizando el ángulo asociado con el modo de predicción particular) a

partir de las muestras de predicción de la segunda fila del bloque actual y, como se muestra, bloque vecino reconstruido (marcado en sombreado). En la FIG. 18D, la cuarta fila de muestras del bloque actual (muestras marcadas en negro) se predice a partir de muestras de predicción de la tercera fila del bloque actual y, como se muestra, un bloque vecino reconstruido (marcado en sombreado).

**[00116]** Como se discutió anteriormente, las FIG. 18E-18H ilustran un ejemplo de intrapredicción cascada en línea por línea utilizando un modo de intrapredicción angular extendida de la presente divulgación. En la FIG. 18E, las muestras en la cuarta fila (muestras marcadas en negro) desde la parte superior del bloque actual se predicen a partir de muestras vecinas reconstruidas (muestras marcadas con sombreado cruzado) usando un ángulo extendido del modo de intrapredicción angular extendida. En la FIG. 18F, se predicen muestras en la tercera fila (muestras marcadas en negro) desde la parte superior del bloque actual, utilizando el ángulo extendido del modo de intrapredicción angular extendida, a partir de las muestras de predicción en la cuarta fila (es decir, las muestras de bloque actual predicho como se ilustra en la FIG. 18E) del bloque actual. Las muestras en una posición límite del bloque actual (por ejemplo, La muestra marcada más a la izquierda de la tercera fila desde la parte superior del bloque actual) pueden predecirse a partir de las muestras vecinas reconstruidas (muestras marcadas con sombreado). En la FIG. 18G, las muestras posicionadas/ubicadas en una segunda fila (muestras marcadas en negro) desde la parte superior del bloque actual pueden predecirse a partir de las muestras de predicción de la tercera fila del bloque actual y las muestras vecinas reconstruidas utilizando el ángulo extendido del modo de intrapredicción angular extendida. Asimismo, en la FIG. 18H, las muestras posicionadas/ubicadas en una primera fila (muestras marcadas en negro) desde la parte superior del bloque actual pueden predecirse a partir de las muestras de predicción de la segunda fila del bloque actual y las muestras vecinas reconstruidas utilizando el ángulo extendido del modo de intrapredicción angular extendida.

**[00117]** En un ejemplo de la presente divulgación, el bloque de predicción final puede calcularse, mediante un dispositivo de codificación, como una suma ponderada de la predicción de la técnica de predicción en cascada y la predicción de un modo de intrapredicción normal o extendida con el mismo ángulo de predicción u otros ángulos de predicción.

**[00118]** De acuerdo con la presente divulgación, la técnica de predicción en cascada puede limitarse a aplicarse solo a algunos modos de predicción específicos. En un

ejemplo, la técnica de predicción en cascada solo puede aplicarse a los modos de predicción con ángulos entre  $0^\circ$  horizontal y  $0^\circ$  vertical como se muestra en la FIG. 19.

**[00119]** En diversas implementaciones, cuando se implementa la técnica de intrapredicción en cascada de la presente divulgación, se indica una dirección de intrapredicción, por ejemplo, mediante un dispositivo de origen, sin embargo, para cada fila o para cada columna o un grupo de filas o un grupo de columnas, se puede aplicar una dirección de intrapredicción diferente. En tales casos, se señala una diferencia en comparación con (es decir, en relación con) la dirección de predicción señalada, o una diferencia en comparación con la intrapredicción aplicada para la fila/columna anterior.

**[00120]** En otras implementaciones más, cuando se implementa la técnica de intrapredicción en cascada de la presente divulgación, se señala una dirección de intrapredicción (indicada por SIP). Sin embargo, para cada fila o para cada columna o un grupo de filas o un grupo de columnas, se puede aplicar una dirección de intrapredicción diferente, y la dirección de intrapredicción se obtiene al verificar (es decir, determinar o calcular) el costo de aplicar cada dirección de intrapredicción en el rango de  $(SIP-\sigma, SIP+\sigma)$  en las filas/columnas reconstruidas anteriores, y la dirección de intrapredicción con el costo mínimo entre la pluralidad de costos calculados se deriva como la dirección de intrapredicción aplicada para la fila actual /columna.

**[00121]** La FIG. 20 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo del codificador de video 20 que puede implementar técnicas para la predicción (por ejemplo, modos de intrapredicción angular extendida, intrapredicción en cascada y/o intrapredicción del modelo lineal inverso) descritas en esta divulgación. El codificador de video 20 puede realizar intracodificación e intercodificación de bloques de video dentro de segmentos de video. La intracodificación se basa en la predicción espacial para reducir o eliminar la redundancia espacial en video dentro de un cuadro o imagen de video dado. La intercodificación se basa en la predicción temporal para reducir o eliminar la redundancia temporal en video dentro de cuadros o imágenes adyacentes de una secuencia de video. Intramodo (modo I) puede referirse a cualquiera de varios modos de codificación basados en el espacio. Los intermodos, como la predicción unidireccional (modo P) o la bipredicción (modo B), pueden referirse a cualquiera de varios modos de codificación basados en el tiempo. Como se muestra en la FIG. 20, el codificador de video 20 recibe un bloque de video actual dentro de un cuadro de video a codificar. En el ejemplo de la FIG. 20, el codificador de video 20 incluye la unidad de selección de modo 40, la memoria de imagen de referencia 64 (que también puede

denominarse un búfer de imagen decodificada (DPB)), el sumador 50, la unidad de procesamiento de transformada 52, la unidad de cuantificación 54 y la unidad de codificación de entropía 56. La unidad de selección de modo 40, a su vez, incluye la unidad de compensación de movimiento 44, la unidad de estimación de movimiento 42, la unidad de intrapredicción 46 y la unidad de partición 48. Para la reconstrucción de bloques de video, el codificador de video 20 también incluye la unidad de cuantificación inversa 58, la unidad de transformada inversa 60 y sumador 62. También se puede incluir un filtro de desbloqueo (no mostrado en la FIG. 20) para filtrar los límites del bloque para eliminar los artefactos de bloqueo del video reconstruido. Si se desea, el filtro de desbloqueo normalmente filtraría la salida del sumador 62. También se pueden usar filtros adicionales (en bucle o bucle posterior) además del filtro de desbloqueo. Dichos filtros no se muestran por brevedad, pero si se desea, pueden filtrar la salida del sumador 50 (como un filtro en bucle).

**[00122]** Durante el proceso de codificación, el codificador de video 20 recibe un cuadro o segmento de video para codificar. El cuadro o el segmento puede dividirse en múltiples bloques de video. La unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44 realizan una codificación interpredictiva del bloque de video recibido en relación con uno o más bloques en uno o más cuadros de referencia para proporcionar predicción temporal. La unidad de intrapredicción 46 puede realizar alternativamente la codificación intrapredictiva del bloque de video recibido en relación con uno o más bloques vecinos en el mismo cuadro o segmento que el bloque a codificar para proporcionar predicción espacial. El codificador de video 20 puede realizar múltiples pases de codificación, por ejemplo, para seleccionar un modo de codificación apropiado para cada bloque de datos de video.

**[00123]** Además, la unidad de partición 48 puede dividir bloques de datos de video en sub-bloques, en base a la evaluación de esquemas de particionamiento previos en pasadas de codificación previas. Por ejemplo, la unidad de partición 48 puede inicialmente dividir una trama o segmento en CTU, y dividir cada una de las CTU en sub-CU basadas en análisis de distorsión de velocidad (por ejemplo, optimización de distorsión de velocidad). La unidad de selección de modo 40 puede producir además una estructura de datos de quadtree indicativa de la partición de una CTU en sub-CU. Las CU de nodo hoja del árbol cuádruple pueden incluir una o más PU y una o más TU.

**[00124]** La unidad de selección de modo 40 puede seleccionar uno de los modos de intra- o interpredicción, por ejemplo, basándose en resultados de error, y proporciona

el bloque pronosticado resultante al sumador 50 para generar datos residuales y al sumador 62 para reconstruir el bloque codificado para su uso como marco de referencia. La unidad de selección de modo 40 también proporciona elementos de sintaxis, tales como vectores de movimiento, indicadores intramodo, información de partición y otra información de sintaxis similar, a la unidad de codificación de entropía 56.

**[00125]** La unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44 pueden estar altamente integradas, pero se ilustran por separado para fines conceptuales. La estimación de movimiento, realizada por la unidad de estimación de movimiento 42, es el proceso de generar vectores de movimiento, que estiman el movimiento para bloques de video. Un vector de movimiento, por ejemplo, puede indicar el desplazamiento de una PU de un bloque de video dentro de un cuadro o imagen de video actual en relación con un bloque predictivo dentro de un cuadro de referencia (u otra unidad codificada) en relación con el bloque actual que se está codificando dentro del cuadro actual (u otra unidad codificada). Un bloque predictivo es un bloque que coincide estrechamente con el bloque a codificar, en términos de diferencia de píxeles, que puede determinarse por la suma de la diferencia absoluta (SAD), la suma de la diferencia cuadrada (SSD) u otras métricas de diferencia. En algunos ejemplos, el codificador de video 20 puede calcular valores para posiciones de píxel subenteros de imágenes de referencia almacenadas en la memoria de imagen de referencia 64. Por ejemplo, el codificador de video 20 puede interpolar valores de posiciones de un cuarto de píxel, posiciones de un octavo píxel u otras posiciones fraccionales de píxeles de la imagen de referencia. Por lo tanto, la unidad de estimación de movimiento 42 puede realizar una búsqueda de movimiento en relación con las posiciones de píxel completo y las posiciones de píxel fraccional y generar un vector de movimiento con precisión de píxel fraccional.

**[00126]** La unidad de estimación de movimiento 42 calcula un vector de movimiento para una PU de un bloque de video en un segmento intercodificado comparando la posición de la PU con la posición de un bloque predictivo de una imagen de referencia. La imagen de referencia se puede seleccionar de 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 imagen de referencia 64. La unidad de estimación de movimiento 42 envía el cálculo de vector de movimiento a la unidad de codificación de entropía 56 y unidad de compensación de movimiento 44.

**[00127]** La compensación de movimiento, realizada por la unidad de compensación de movimiento 44, puede implicar obtener o generar el bloque predictivo basado en el vector de movimiento determinado por la unidad de estimación de movimiento 42. Nuevamente, la unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44 pueden integrarse funcionalmente, en algunos ejemplos. Al recibir el vector de movimiento para la PU del bloque de video 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 sumador 50 forma un bloque de video residual al restar los valores de píxeles del bloque predictivo de los valores de píxeles del bloque de video actual que se está codificando, formando valores de diferencia de píxeles, como se discute a continuación. En general, la unidad de estimación de movimiento 42 realiza la estimación de movimiento en relación con los componentes de luma, y la unidad de compensación de movimiento 44 usa vectores de movimiento calculados en base a los componentes de luma para los componentes de croma y los componentes de luma. La unidad de selección de modo 40 también puede generar elementos de sintaxis asociados con los bloques de video y el segmento de video para uso por el decodificador de video 30 en la decodificación de los bloques de video del segmento de video.

**[00128]** La unidad de intrapredicción 46 puede intrapredicir un bloque actual, como una alternativa a la interpredicción realizada por la unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44, como se describió anteriormente. En particular, la unidad de intrapredicción 46 puede determinar un modo de intrapredicción para usar para codificar un bloque actual. Por ejemplo, la unidad de intrapredicción 46 puede implementar, por ejemplo, modos de predicción angular extendida, predicción en cascada y/o intrapredicción del modelo lineal inverso como se describe en la presente divulgación. En algunos ejemplos, la unidad de intrapredicción 46 puede codificar un bloque actual utilizando varios modos de intrapredicción, por ejemplo, durante pasadas de codificación separadas, y la unidad de intrapredicción 46 (o la unidad de selección de modo 40, en algunos ejemplos) puede seleccionar un modo de intrapredicción apropiado para uso de los modos probados y/o modos de intrapredicción descritos en la presente divulgación.

**[00129]** Por ejemplo, la unidad de intrapredicción 46 puede calcular valores de distorsión de velocidad usando un análisis de distorsión de velocidad para los diversos modos de intrapredicción probados, y seleccionar el modo de intrapredicción que tiene las mejores características de distorsión de velocidad entre los modos probados. El

análisis de distorsión de velocidad generalmente determina una cantidad de distorsión (o error) entre un bloque codificado y un bloque original no codificado que se codificó para producir el bloque codificado, así como una tasa de bits (es decir, una cantidad de bits) utilizada para producir el bloque codificado. La unidad de intrapredicción 46 puede calcular las proporciones de las distorsiones y las tasas para los diversos bloques codificados para determinar qué modo de intrapredicción exhibe el mejor valor de distorsión de la tasa para el bloque.

**[00130]** Después de seleccionar un modo de intrapredicción para un bloque, la unidad de intrapredicción 46 puede proporcionar información indicativa del modo de intrapredicción seleccionado para el bloque a la unidad de codificación de entropía 56. La unidad de codificación de entropía 56 puede codificar la información que indica el modo de intrapredicción seleccionado. El codificador de video 20 puede incluir en los datos de configuración de flujo de bits transmitidos, que pueden incluir una pluralidad de tablas de índice de modo de intrapredicción y una pluralidad de tablas de índice de modo de predicción modificada (también denominadas tablas de mapeo de palabras de código), definiciones de contextos de codificación para varios bloques, e indicaciones de un modo de intrapredicción más probable, una tabla de índice del modo de intrapredicción y una tabla de índice del modo de intrapredicción modificada para usar en cada uno de los contextos. Como se indicó anteriormente, la unidad de intrapredicción 46 puede configurarse para realizar las técnicas de intrapredicción descritas en esta divulgación.

**[00131]** El codificador de video 20 forma un bloque de video residual restando los datos de predicción de la unidad de selección de modo 40 del bloque de video original que se está codificando. El sumador 50 representa el componente o componentes que realizan esta operación de resta. La unidad de procesamiento de transformada 52 aplica una transformada, tal como una transformada discreta de coseno (DCT) o una transformada conceptualmente similar, al bloque residual, produciendo un bloque de video que comprende valores de coeficiente de transformada. Las transformadas de wavelet, las transformadas de enteros, las transformadas de subbandas, las transformadas discretas sinusoidales (DST) u otros tipos de transformadas podrían usarse en lugar de una DCT. En cualquier caso, la unidad de procesamiento de transformada 52 aplica la transformada al bloque residual, produciendo un bloque de coeficientes de transformada. La transformada puede convertir la información residual de un dominio de píxeles a un dominio de transformada, 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 aún más la velocidad de bits. El proceso de cuantificación puede reducir la profundidad de bits asociada con algunos o todos los coeficientes. El grado de cuantificación puede modificarse ajustando un parámetro de cuantificación.

**[00132]** Después de la cuantificación, la unidad de codificación de entropía 56 codifica los coeficientes de transformada cuantificados. Por ejemplo, la unidad de codificación de entropía 56 puede realizar codificación de longitud variable adaptativa de contexto (CAVLC), codificación aritmética binaria adaptativa de contexto (CABAC), codificación aritmética binaria adaptativa de contexto basada en sintaxis (SBAC), codificación de entropía de división de intervalo de probabilidad (PIPE) u otra técnica de codificación de entropía. En el caso de la codificación de entropía basada en el contexto, el contexto puede basarse en bloques vecinos. Después de la codificación de entropía por la unidad de codificación de entropía 56, el flujo de bits codificado puede transmitirse a otro dispositivo (por ejemplo, decodificador de video 30) o archivar para su posterior transmisión o recuperación.

**[00133]** La unidad de cuantificación inversa 58 y la unidad de transformada inversa 60 aplican cuantificación inversa y transformada inversa, respectivamente, para reconstruir el bloque residual en el dominio de píxeles. En particular, el sumador 62 agrega el bloque residual reconstruido al bloque de predicción compensado por movimiento producido anteriormente por la unidad de compensación de movimiento 44 o la unidad de intrapredicción 46 para producir un bloque de video reconstruido para almacenar en la memoria de imagen de referencia 64. El bloque de video reconstruido puede ser utilizado por la unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44 como un bloque de referencia para codificar un bloque en un cuadro de video posterior.

**[00134]** La FIG. 21 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo del decodificador de video 30 que puede implementar técnicas para la intrapredicción descrita en esta divulgación, tales como modos de predicción angular extendida, predicción en cascada y/o intrapredicción del modelo lineal inverso. En el ejemplo de la FIG. 21, el decodificador de video 30 incluye una unidad de decodificación de entropía 70, unidad de compensación de movimiento 72, unidad de intrapredicción 74, unidad de cuantificación inversa 76, unidad de transformada inversa 78, memoria de imagen de referencia 82 y sumador 80. El decodificador de video 30 puede realizar, en algunos ejemplos, una pasada de decodificación generalmente recíproca a la pasada

de codificación descrita con respecto al codificador de video 20 (FIG. 20). La unidad de compensación de movimiento 72 puede generar datos de predicción basados en vectores de movimiento recibidos de la unidad de decodificación de entropía 70, mientras que la unidad de intrapredicción 74 puede generar datos de predicción basados en indicadores de modo de intrapredicción recibidos de la unidad de decodificación de entropía 70.

**[00135]** Durante el proceso de decodificación, el decodificador de video 30 recibe un flujo de bits de video codificado que representa bloques de video de un segmento de video codificado y elementos de sintaxis asociados del codificador de video 20. La unidad de decodificación de entropía 70 del decodificador de video 30 entropía decodifica el flujo de bits para generar coeficientes cuantificados, vectores de movimiento o indicadores de modo de intrapredicción y otros elementos de sintaxis. La unidad de decodificación de entropía 70 reenvía los vectores de movimiento y otros elementos de sintaxis a la unidad de compensación de movimiento 72. El decodificador de video 30 puede recibir los elementos de sintaxis en el nivel de segmento de video y/o el nivel de bloque de video.

**[00136]** Cuando el segmento de video se codifica como un segmento intracodificado (I), la unidad de intrapredicción 74 puede generar datos de predicción para un bloque de video del segmento de video actual basándose en un modo de intrapredicción señalado y datos de bloques previamente decodificados del cuadro o imagen actual. Cuando el cuadro de video se codifica como un segmento intercodificado (es decir, B o P), la unidad de compensación de movimiento 72 produce bloques predictivos para un bloque de video del segmento de video actual basado en los vectores de movimiento y otros elementos sintácticos recibidos de la unidad de decodificación de entropía 70. Los bloques predictivos pueden producirse a partir de una de las imágenes de referencia dentro de una de las listas de imágenes de referencia. El decodificador de video 30 puede construir las listas de cuadros de referencia, Lista 0 y Lista 1, utilizando técnicas de construcción predeterminadas basadas en imágenes de referencia almacenadas en la memoria de imagen de referencia 82. La unidad de compensación de movimiento 72 determina la información de predicción para un bloque de video del segmento de video actual analizando el vectores de movimiento y otros elementos de sintaxis, y utiliza la información de predicción para producir los bloques predictivos para el bloque de video actual que se decodifica. Por ejemplo, la unidad de compensación de movimiento 72 usa algunos de los elementos de sintaxis recibidos para determinar un modo de predicción (por ejemplo, intra- o interpredicción)

usado para codificar los bloques de video del segmento de video, un tipo de segmento de interpredicción (por ejemplo, B segmento o segmento P), información de construcción para una o más de las listas de imágenes de referencia para el segmento, vectores de movimiento para cada bloque de video intercodificado del segmento, estado de interpredicción para cada bloque de video intercodificado del segmento, y otra información para decodificar los bloques de video en el segmento de video actual.

**[00137]** La unidad de compensación de movimiento 72 también puede realizar interpolación basada en filtros de interpolación. La unidad de compensación de movimiento 72 puede usar filtros de interpolación tal como los usa el codificador de video 20 durante la codificación de los bloques de video para calcular los valores interpolados para los píxeles subenteros de los bloques de referencia. En este caso, la unidad de compensación de movimiento 72 puede determinar los filtros de interpolación usados por el codificador de video 20 a partir de los elementos de sintaxis recibidos y usar los filtros de interpolación para producir bloques predictivos.

**[00138]** La unidad de intrapredicción 74 puede configurarse para realizar las técnicas de intrapredicción tales como modos de predicción angular extendida, predicción en cascada y/o intrapredicción del modelo lineal inverso descrito en esta divulgación.

**[00139]** La unidad de cuantificación inversa 76 cuantifica inversamente, es decir, descuantifica, 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  $QP_Y$  calculado por el decodificador de video 30 para cada bloque de video en el segmento de video para determinar un grado de cuantificación y, asimismo, un grado de cuantificación inversa que se debe aplicar.

**[00140]** La unidad 78 de transformada inversa aplica una transformada inversa, por ejemplo, una DCT inversa, una transformada entera inversa o un proceso de transformada inversa conceptualmente similar, a los coeficientes de transformada para producir bloques residuales en el dominio de píxeles.

**[00141]** Después de que la unidad de compensación de movimiento 72 genera el bloque predictivo para el bloque de video actual basado en los vectores de movimiento y otros elementos de sintaxis, el decodificador de video 30 forma un bloque de video decodificado sumando los bloques residuales de la unidad de transformada inversa 78 con los bloques predictivos correspondientes generado por la unidad de compensación de movimiento 72. El sumador 80 representa el componente o componentes que

realizan esta operación de suma. Si lo desea, también se puede aplicar un filtro de desbloqueo para filtrar los bloques decodificados para eliminar los artefactos de bloqueo. También se pueden usar otros filtros de bucle (ya sea en el bucle de codificación o después del bucle de codificación) para suavizar las transiciones de píxeles o mejorar la calidad del video. Los bloques de video decodificados en un cuadro o imagen dados se almacenan luego en la memoria de imagen de referencia 82, que almacena las imágenes de referencia utilizadas para la compensación de movimiento posterior. La memoria de imagen de referencia 82 también almacena video descodificado para su posterior presentación en un dispositivo de visualización, tal como el dispositivo de visualización 32 de la FIG. 1.