

COMBINACIÓN DE INTRAPREDICCIÓN DEPENDIENTE DE LA POSICIÓN CON INTRAPREDICCIÓN DE ÁNGULO GRANDE

CAMPO

- 5 **[0001]** Esta solicitud está relacionada con la codificación y decodificación de video. En algunos casos, se describen sistemas, aparatos, métodos y medios legibles por computadora para realizar una combinación de intrapredicción dependiente de la posición (PDPC) con intrapredicción de ángulo grande.

ANTECEDENTES

- 10 **[0002]** Las capacidades de video digital se pueden incorporar en una amplia gama de dispositivos, que incluyen 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 registro digital, reproductores de medios digitales, dispositivos de videojuegos, consolas de videojuegos,
- 15 radioteléfonos móviles o satelitales, los llamados “teléfonos inteligentes”, dispositivos de video teleconferencia, dispositivos de transmisión de video y similares. Dichos dispositivos permiten procesar datos de video y enviarlos para el consumo. Los datos de video digital incluyen grandes cantidades de datos para cumplir las demandas de los consumidores y proveedores de video. Por ejemplo, los consumidores de datos de video desean videos de la máxima calidad, con alta
- 20 fidelidad, resoluciones, velocidades de cuadro y similares. Como resultado, la gran cantidad de datos de video que se requieren para cumplir estas demandas supone una carga para las redes de comunicación y los dispositivos que procesan y almacenan los datos de video.

- [0003]** Los dispositivos de video digital pueden implementar técnicas de codificación de video para comprimir datos de video. La codificación de video se realiza de acuerdo con uno o más
- 25 estándares de codificación de video. Por ejemplo, los estándares de codificación de video incluyen codificación de video versátil (VVC), codificación de video de alta eficiencia (HEVC), codificación de video avanzada (AVC), codificación MPEG-2 Parte 2 (MPEG significa grupo de expertos en imágenes en movimiento), entre otros. La codificación de video generalmente utiliza métodos de predicción (por ejemplo, interpredicción, intrapredicción o similares) que
- 30 aprovechan la redundancia presente en las imágenes o secuencias de video. Un objetivo importante de las técnicas de codificación de video es comprimir los datos de video en una forma que utiliza una tasa de bits más baja, mientras que se evita o minimiza la degradación de la calidad del video. Con la disponibilidad de servicios de video en constante evolución, se necesitan técnicas de codificación con una mejor eficiencia de codificación.

- 35 **SÍNTESIS**

[0004] En la presente se describen técnicas y sistemas para realizar una combinación de intrapredicción dependiente de la posición (PDPC) con modos de ángulo grande para la intrapredicción. Usando intrapredicción, un dispositivo de codificación (por ejemplo, un

- codificador de video y/o decodificador de video) puede formar un bloque de predicción usando técnicas de predicción espacial basadas en muestras vecinas de bloques vecinos codificados previamente dentro de la misma imagen. Las muestras vecinas se pueden identificar en función de un modo de intrapredicción particular que se esté usando, como un modo plano, un modo DC y/o uno de los múltiples modos de predicción direccional (vertical, horizontal y varios modos angulares). Los modos de predicción direccional típicamente usan direcciones (o ángulos) entre aproximadamente -135 grados a aproximadamente 45 grados en relación con una dirección vertical de una muestra de predicción.
- 5
- [0005]** En codificadores y/o decodificadores de video eficientes, la estructura de bloque utilizada para especificar el bloque de predicción para la intrapredicción no está restringida a ser cuadrada (un bloque es cuadrado cuando ancho (w) = altura (h)). El uso de bloques de predicción rectangulares ($w > h$ o $w < h$) puede aumentar la eficiencia de la codificación en función de las características del contenido. En tales bloques rectangulares, restringir la dirección de la intrapredicción para que esté entre -135 grados a 45 grados puede producir situaciones en las que las muestras de referencia que están más lejos de una muestra de predicción (una muestra que se predice) se utilizan para intrapredicciones en lugar de muestras de referencia más cercanas. Es probable que tal diseño tenga un impacto negativo en la eficiencia de la codificación. Sería más beneficioso disponer del rango de restricciones relajado para que las muestras de referencia más cercanas (por ejemplo, más allá de los ángulos de -135 a 45 grados) se puedan usar para la intrapredicción. Por ejemplo, los modos de predicción direccional que utilizan direcciones (o ángulos) que son menores que -135 grados o mayores que 45 grados (denominados "modos de ángulo grande") en relación con una dirección vertical de una muestra de predicción.
- 10
- 15
- 20
- [0006]** La PDPC se puede utilizar para modificar las muestras de predicción determinadas utilizando la intrapredicción. Por ejemplo, usando PDPC, un dispositivo de codificación (por ejemplo, un codificador de video y/o decodificador de video) puede determinar muestras de referencia que están presentes en una o más líneas arriba y/o a la izquierda del bloque actual, y puede usar las muestras de referencia para modificar las muestras de predicción determinadas mediante intrapredicción. Las muestras de predicción modificadas se pueden utilizar para
- 25
- 30
- [0007]** Las técnicas y sistemas descritos en la presente proporcionan formas de realizar PDPC cuando se utilizan modos de intrapredicción de ángulos grandes. También se describen técnicas para señalar y/o decodificar información asociada. En algunos casos, para la codificación, un codificador de video puede usar las muestras de predicción modificadas para determinar los valores residuales que se señalan a un decodificador de video. En algunos casos, para la decodificación, un decodificador de video puede agregar las muestras de predicción modificadas a los valores residuales recibidos para reconstruir el bloque actual.
- 35
- [0008]** De acuerdo con al menos un ejemplo, se proporciona un método de decodificación de datos de video. El método incluye obtener un bloque actual de datos de video, y determinar un tamaño del bloque actual. El método además incluye determinar, sobre la base del tamaño del
- 40

bloque actual, un modo de intrapredicción de ángulo grande para usar para el bloque actual. El método además incluye determinar un bloque de predicción para el bloque actual usando el modo de intrapredicción de ángulo grande. El bloque de predicción incluye una pluralidad de muestras de predicción. El método además incluye modificar una muestra de predicción de la pluralidad de muestras de predicción del bloque de predicción para generar una muestra de predicción modificada usando la combinación de intrapredicción dependiente de la posición (PDPC). La modificación de la muestra de predicción comprende: determinar una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande; y la modificación de la muestra de predicción para generar la muestra de predicción modificada basada en la una o más muestras de referencia determinadas. El método además incluye reconstruir una muestra del bloque actual basada en la muestra de predicción modificada y un valor residual.

[0009] En otro ejemplo, se proporciona un dispositivo para la decodificación de datos de video que incluye una memoria configurada para almacenar uno o más bloques de predicción, y un decodificador de video que comprende al menos uno de los circuitos de función fija o programables. En algunos ejemplos, el decodificador de video está configurado para obtener un bloque actual de datos de video, y determinar un tamaño del bloque actual. El decodificador de video también está configurado para determinar, sobre la base del tamaño del bloque actual, un modo de intrapredicción de ángulo grande para usar para el bloque actual. El decodificador de video también está configurado para determinar un bloque de predicción para el bloque actual usando el modo de intrapredicción de ángulo grande. El bloque de predicción incluye una pluralidad de muestras de predicción. El decodificador de video también está configurado para modificar una muestra de predicción de la pluralidad de muestras de predicción del bloque de predicción para generar una muestra de predicción modificada usando la combinación de intrapredicción dependiente de la posición (PDPC). La modificación de la muestra de predicción comprende: determinar una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande; y la modificación de la muestra de predicción para generar la muestra de predicción modificada basada en la una o más muestras de referencia determinadas. El decodificador de video también está configurado para reconstruir una muestra del bloque actual sobre la base de la muestra de predicción modificada y un valor residual.

[0010] En otro ejemplo, un medio de almacenamiento legible por computadora que almacena instrucciones que cuando se ejecutan hacen que uno o más procesadores de un dispositivo para la decodificación de datos de video: obtenga un bloque actual de datos de video; determine un tamaño del bloque actual; determine, sobre la base del tamaño del bloque actual, un modo de intrapredicción de ángulo grande para usar para el bloque actual; determine un bloque de predicción para el bloque actual usando el modo de intrapredicción de ángulo grande, el bloque de predicción que incluye una pluralidad de muestras de predicción; modifique una muestra de predicción de la pluralidad de muestras de predicción del bloque de predicción para generar una muestra de predicción modificada usando la combinación de intrapredicción dependiente de la posición (PDPC), en donde la modificación de la muestra de predicción comprende: determinar

una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande; y la modificación de la muestra de predicción para generar la muestra de predicción modificada basada en la una o más muestras de referencia determinadas; y reconstruir una muestra del bloque actual sobre la base de la muestra de predicción modificada y un valor residual.

[0011] En otro ejemplo, se proporciona un dispositivo para la decodificación de datos de video. El dispositivo incluye medios para obtener un bloque actual de datos de video, y medios para determinar un tamaño del bloque actual. El dispositivo además incluye medios para determinar, sobre la base del tamaño del bloque actual, un modo de intrapredicción de ángulo grande para usar para el bloque actual. El dispositivo además incluye medios para determinar un bloque de predicción para el bloque actual usando el modo de intrapredicción de ángulo grande. El bloque de predicción incluye una pluralidad de muestras de predicción. El dispositivo además incluye medios para modificar una muestra de predicción de la pluralidad de muestras de predicción del bloque de predicción para generar una muestra de predicción modificada usando la combinación de intrapredicción dependiente de la posición (PDPC). La modificación de la muestra de predicción comprende: determinar una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande; y la modificación de la muestra de predicción para generar la muestra de predicción modificada basada en la una o más muestras de referencia determinadas. El dispositivo además incluye medios para reconstruir una muestra del bloque actual basada en la muestra de predicción modificada y un valor residual.

[0012] En otro ejemplo, se proporciona un método de codificar datos de video. El método incluye obtener un bloque actual de datos de video, y determinar un tamaño del bloque actual. El método además incluye determinar, sobre la base del tamaño del bloque actual, un modo de intrapredicción de ángulo grande para usar para el bloque actual. El método además incluye determinar un bloque de predicción para el bloque actual usando el modo de intrapredicción de ángulo grande. El bloque de predicción incluye una pluralidad de muestras de predicción. El método además incluye modificar una muestra de predicción de la pluralidad de muestras de predicción del bloque de predicción para generar una muestra de predicción modificada usando la combinación de intrapredicción dependiente de la posición (PDPC). La modificación de la muestra de predicción comprende: determinar una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande; y la modificación de la muestra de predicción para generar la muestra de predicción modificada basada en la una o más muestras de referencia determinadas. El método además incluye determinar un valor residual para un bloque residual basado en la muestra de predicción modificada y un valor de la muestra en el bloque actual, y señalar la información indicativa del valor residual.

[0013] En otro ejemplo, se proporciona un dispositivo para codificar datos de video que incluye una memoria configurada para almacenar uno o más bloques de predicción, y a codificador de video que comprende al menos uno de los circuitos de función fija o programables. En algunos ejemplos, el codificador de video está configurado para obtener un bloque actual de datos de

video, y determinar un tamaño del bloque actual. El codificador de video también está configurado para determinar, sobre la base del tamaño del bloque actual, un modo de intrapredicción de ángulo grande para usar para el bloque actual. El codificador de video también está configurado para determinar un bloque de predicción para el bloque actual usando el modo de intrapredicción de ángulo grande. El bloque de predicción incluye una pluralidad de muestras de predicción. El codificador de video también está configurado para modificar una muestra de predicción de la pluralidad de muestras de predicción del bloque de predicción para generar una muestra de predicción modificada usando la combinación de intrapredicción dependiente de la posición (PDPC). La modificación de la muestra de predicción comprende: determinar una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande; y la modificación de la muestra de predicción para generar la muestra de predicción modificada basada en la una o más muestras de referencia determinadas. El codificador de video también está configurado para determinar un valor residual para un bloque residual basado en la muestra de predicción modificada y un valor de la muestra en el bloque actual. El codificador de video también está configurado para señalar la información indicativa del valor residual.

[0014] En otro ejemplo, un medio de almacenamiento legible por computadora que almacena instrucciones que cuando se ejecutan hace que uno o más procesadores de un dispositivo para codificar datos de video: obtenga un bloque actual de datos de video; determine un tamaño del bloque actual; determine, sobre la base del tamaño del bloque actual, un modo de intrapredicción de ángulo grande para usar para el bloque actual; determine un bloque de predicción para el bloque actual usando el modo de intrapredicción de ángulo grande, el bloque de predicción que incluye una pluralidad de muestras de predicción; modifique una muestra de predicción de la pluralidad de muestras de predicción del bloque de predicción para generar una muestra de predicción modificada usando la combinación de intrapredicción dependiente de la posición (PDPC), en donde la modificación de la muestra de predicción comprende: determinar una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande; y la modificación de la muestra de predicción para generar la muestra de predicción modificada basada en la una o más muestras de referencia determinadas; determinar un valor residual para un bloque residual basado en la muestra de predicción modificada y un valor de la muestra en el bloque actual; y señalar la información indicativa del valor residual.

[0015] En otro ejemplo, se proporciona un dispositivo para codificar datos de video. El dispositivo incluye medios para obtener un bloque actual de datos de video, y medios para determinar un tamaño del bloque actual. El dispositivo además incluye medios para determinar, sobre la base del tamaño del bloque actual, un modo de intrapredicción de ángulo grande para usar para el bloque actual. El dispositivo además incluye medios para determinar un bloque de predicción para el bloque actual usando el modo de intrapredicción de ángulo grande. El bloque de predicción incluye una pluralidad de muestras de predicción. El dispositivo además incluye medios para modificar una muestra de predicción de la pluralidad de muestras de predicción del bloque de predicción para generar una muestra de predicción modificada usando la

- combinación de intrapredicción dependiente de la posición (PDPC). La modificación de la muestra de predicción comprende: determinar una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande; y la modificación de la muestra de predicción para generar la muestra de predicción modificada
- 5 basada en la una o más muestras de referencia determinadas. El dispositivo además incluye medios para determinar un valor residual para un bloque residual basado en la muestra de predicción modificada y un valor de la muestra en el bloque actual. El dispositivo además incluye medios para señalar información indicativa del valor residual.
- 10 **[0016]** En algunos aspectos, la determinación del tamaño del bloque actual incluye determinar un ancho del bloque y una altura del bloque de diferentes tamaños.
- [0017]** En algunos aspectos, la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual se determinan usando un ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande con respecto a la muestra de predicción. En algunos ejemplos, el ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande es menor que -135 grados o mayor que 45 grados con respecto a la muestra
- 15 de predicción.
- [0018]** En algunos aspectos, los métodos, dispositivos y medios legibles por computadora descritos anteriormente pueden comprender la determinación de una o más ponderaciones basadas en las coordenadas x e y de la muestra de predicción. En tales aspectos, la modificación de la muestra de predicción comprende la modificación de la muestra de predicción para
- 20 generar la muestra de predicción modificada basada en la una o más muestras de referencia determinadas, la una o más ponderaciones determinadas, y la muestra de predicción.
- [0019]** En algunos aspectos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual comprende la determinación de la una o más muestras de referencia que tienen tanto una coordenada x como una coordenada y que son diferentes que una
- 25 coordenada x y una coordenada y respectiva de la muestra de predicción en el bloque de predicción.
- [0020]** En algunos aspectos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual comprende: determinar una fila que está por encima del bloque actual; determinar una coordenada x en la fila determinada, en donde la coordenada x en la fila determinada es igual a una coordenada x de la muestra de predicción más una coordenada y de la muestra de predicción más 1; y determinar una muestra de referencia de la una o más
- 30 muestras de referencia basadas en la fila determinada y la coordenada x determinada.
- [0021]** En algunos aspectos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual comprende: determinar una columna que está a la izquierda del
- 35 bloque actual; determinar una coordenada y en la columna determinada, en donde la coordenada y en la columna determinada es igual a una coordenada y de la muestra de predicción más una coordenada x de la muestra de predicción más 1; y determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia basadas en la columna determinada y la coordenada y determinada.

5 **[0022]** En algunos aspectos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son
externas al bloque actual comprende: determinar una fila que está por encima del bloque actual;
determinar una coordenada x en la fila determinada, en donde la coordenada x en la fila
determinada se basa en un ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande con respecto
a la muestra de predicción; y determinar una muestra de referencia de la una o más muestras
de referencia basadas en la fila determinada y la coordenada x determinada. En algunos casos,
determinar la coordenada x en la fila determinada comprende: determinar uno de una
cotangente o tangente del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande; y determinar
la coordenada x en la fila determinada sobre la base de una de la cotangente o tangente del
10 ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande, una coordenada x de la muestra de
predicción, y una coordenada y de la muestra de predicción.

15 **[0023]** En algunos aspectos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son
externas al bloque actual comprende: determinar una columna que está a la izquierda del
bloque actual; determinar una coordenada y en la columna determinada, en donde la
coordenada y en la columna determinada se basa en un ángulo del modo de intrapredicción de
ángulo grande; y determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia
basadas en la columna determinada y la coordenada y determinada. En algunos casos,
determinar la coordenada y en la columna determinada comprende: determinar uno de una
cotangente o tangente del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande; y determinar
20 la coordenada y en la columna determinada sobre la base de una de la cotangente o tangente
del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande, una coordenada x de la muestra de
predicción, y una coordenada y de la muestra de predicción.

25 **[0024]** En algunos aspectos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son
externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande
comprende: determinar un conjunto de una o más muestras sobre la base del modo de
intrapredicción de ángulo grande; y al menos uno de interpolar, redondear con desviación, o
redondear sin desviación el conjunto de una o más muestras para generar la una o más muestras
de referencia.

30 **[0025]** En algunos aspectos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son
externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande
comprende: determinar que una o más muestras externas al bloque actual identificado sobre la
base del modo de intrapredicción de ángulo grande no se almacenan en un buffer de línea de
referencia; y determinar la una o más muestras de referencia basadas en una última muestra de
referencia almacenada en el buffer de línea de referencia.

35 **[0026]** En algunos aspectos, la modificación de la muestra de predicción de la pluralidad de
muestras de predicción del bloque de predicción comprende modificar una primera muestra de
predicción del bloque de predicción. En tales aspectos, la una o más muestras de referencia
comprenden un primer conjunto de una o más muestras de referencia. En tales aspectos, los
métodos, dispositivos y medios legibles por computadora descritos anteriormente pueden
40 comprender: determinar, para una segunda muestra de predicción del bloque de predicción,

que al menos una muestra de referencia de un segundo conjunto de una o más muestras de referencia para la segunda muestra de predicción no se almacenan en un buffer de línea de referencia; y uno de no aplicar PDPC a la segunda muestra de predicción o aplicar PDPC usando solo las muestras de referencia disponibles en el buffer de línea de referencia.

5 **[0027]** En algunos aspectos, el modo de intrapredicción de ángulo grande no es un modo de intrapredicción DC, plano, horizontal, o vertical.

10 **[0028]** En algunos aspectos, el dispositivo para la decodificación de datos de video comprende una pantalla configurada para mostrar el bloque actual. En algunos aspectos, el dispositivo para decodificar video comprende uno o más de una cámara, una computadora, un dispositivo móvil, un dispositivo receptor de transmisión o un decodificador.

15 **[0029]** En algunos aspectos, el dispositivo para codificar datos de video comprende una pantalla configurada para mostrar el bloque actual. En algunos aspectos, el dispositivo para codificar video comprende uno o más de una cámara, una computadora, un dispositivo móvil, un dispositivo receptor de transmisión o un decodificador.

20 **[0030]** Este resumen no tiene la intención de identificar características clave o esenciales del tema reivindicado, ni está destinado a ser utilizado de forma aislada para determinar el alcance del tema reivindicado. El tema se debe entender con referencia a partes apropiadas de la memoria descriptiva completa de esta patente, cualquiera o todos los dibujos y cada reivindicación.

25 **[0031]** Lo anterior, junto con otras características y formas de realización, resultará más evidente al hacer referencia a la siguiente memoria descriptiva, reivindicaciones y dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 **[0032]** Las realizaciones ilustrativas de la presente solicitud se describen en detalle a continuación con referencia a las siguientes figuras:

35 **[0033]** La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de sistema de codificación y decodificación de video configurado para implementar técnicas de la descripción;

40 **[0034]** Las FIGS. 2A y 2B son diagramas conceptuales que ilustran ejemplos de ponderaciones de combinación de predicción dependiente de posición (intra) en modo DC (PDPC) para posiciones de la muestra de predicción dentro de un bloque 4x4, de acuerdo con algunos ejemplos;

45 **[0035]** La FIG. 3 es un diagrama conceptual que ilustra ejemplos de modos angulares de intrapredicción, de acuerdo con algunos ejemplos;

50 **[0036]** La FIG. 4A es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de un modo de diagonal superior derecha, de acuerdo con algunos ejemplos;

- [0037] La FIG. 4B es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de un modo de diagonal inferior izquierda, de acuerdo con algunos ejemplos;
- [0038] La FIG. 4C es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de un modo de diagonal superior derecha adyacente, de acuerdo con algunos ejemplos;
- 5 [0039] FIG. 4D es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de un modo de diagonal inferior izquierda adyacente, de acuerdo con algunos ejemplos;
- [0040] La FIG. 5 es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de un modo de intrapredicción direccional, de acuerdo con algunos ejemplos;
- [0041] La FIG. 6 es un diagrama conceptual que ilustra ejemplos de modos de intrapredicción direccional, que incluye modos de ángulo grande, de acuerdo con algunos ejemplos;
- 10 [0042] La FIG. 7 es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de un modo de intrapredicción usando un modo de ángulo grande y PDPC, donde la PDPC se realiza usando el modo de ángulo grande, de acuerdo con algunos ejemplos;
- [0043] La FIG. 8 es un diagrama conceptual que ilustra otro ejemplo de un modo de intrapredicción usando un modo de ángulo grande y PDPC, donde la PDPC se realiza usando el modo de ángulo grande, de acuerdo con algunos ejemplos;
- 15 [0044] La FIG. 9 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un proceso para la decodificación de datos de video, de acuerdo con algunos ejemplos;
- [0045] La FIG. 10 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un proceso para codificar datos de video, de acuerdo con algunos ejemplos; y
- 20 [0046] FIG. 11 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un codificador de video, de acuerdo con algunos ejemplos; y
- [0047] FIG. 12 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un decodificador de video, de acuerdo con algunos ejemplos.

25

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- [0048] A continuación se proporcionan ciertos aspectos y formas de realización de esta descripción. Algunos de estos aspectos y formas de realización se pueden aplicar de forma independiente y algunos de ellos se pueden aplicar en combinación, como resultará evidente para los expertos en la técnica. En la siguiente descripción, con fines explicativos, se exponen detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de las formas de realización de la solicitud. Sin embargo, será evidente que se pueden poner en práctica varias formas de realización sin estos detalles específicos. Las figuras y la descripción no pretenden ser restrictivas.
- 30

[0049] La siguiente descripción proporciona únicamente ejemplos de formas de realización y

no pretende limitar el alcance, aplicabilidad o configuración de la divulgación. Más bien, la siguiente descripción de los ejemplos de formas de realización proporcionará a los expertos en la técnica una descripción habilitante para implementar un ejemplo de forma de realización. Se debe entender que se pueden hacer varios cambios en la función y disposición de los elementos sin apartarse del espíritu y alcance de la solicitud como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

[0050] Los dispositivos de codificación de video (también denominados codificadores de video) implementan técnicas de compresión de video para codificar y decodificar datos de video de manera eficiente. Las técnicas de compresión de video pueden incluir la aplicación de diferentes modos de predicción, incluida la predicción espacial (por ejemplo, intrapredicción-cuadro o intrapredicción), predicción temporal (por ejemplo, predicción intercuadros o interpredicción), predicción intercapa (en diferentes capas de datos de video y/u otras técnicas de predicción para reducir o eliminar la redundancia inherente a las secuencias de video. Un codificador de video puede dividir cada imagen de una secuencia de video original en regiones rectangulares denominadas bloques de video o unidades de codificación (que se describen con mayor detalle a continuación). Estos bloques se pueden codificar usando un modo de predicción particular.

[0051] Los bloques de video se pueden dividir de una o más formas en uno o más grupos de bloques más pequeños. Los bloques pueden incluir bloques de árbol de codificación, bloques de predicción, bloques de transformación y/u otros bloques adecuados. Las referencias generalmente a un "bloque", a menos que se especifique de otro modo, se pueden referir a dichos bloques de video (por ejemplo, bloques de árbol de codificación, bloques de codificación, bloques de predicción, bloques de transformación u otros bloques o subbloques apropiados, como lo puede entender un experto). Además, cada uno de estos bloques también se puede denominar en la presente de forma intercambiable como "unidades" (por ejemplo, unidad de árbol de codificación (CTU), unidad de codificación, unidad de predicción (PU), unidad de transformación (TU), o similares). En algunos casos, una unidad puede indicar una unidad lógica de codificación que está codificada en un flujo de bits, mientras que un bloque puede indicar una porción de buffer de cuadros de video a la que se dirige un proceso.

[0052] Para los modos de interpredicción, un codificador de video puede buscar un bloque similar al bloque que se está codificando en un cuadro (o imagen) ubicado en otra ubicación temporal, denominado cuadro de referencia o imagen de referencia. El codificador de video puede restringir la búsqueda a un cierto desplazamiento espacial del bloque a codificar. La mejor coincidencia se puede ubicar usando un vector de movimiento bidimensional (2D) que incluye un componente de desplazamiento horizontal y un componente de desplazamiento vertical. Para los modos de intrapredicción, un codificador de video puede formar el bloque predicho usando técnicas de predicción espacial basadas en datos de bloques vecinos codificados previamente dentro de la misma imagen.

[0053] El codificador de video puede determinar un error de predicción. Por ejemplo, la predicción se puede determinar como la diferencia entre los valores de píxeles (o valores de muestra) en el bloque que se codifica y el bloque predicho. El error de predicción también se puede denominar residual. El codificador de video también puede aplicar una transformación al

error de predicción (por ejemplo, una transformación de coseno discreta (DCT) u otra transformación adecuada) para generar coeficientes de transformación. Después de la transformación, el codificador de video puede cuantificar los coeficientes de transformación. Los coeficientes de transformación cuantificados y los vectores de movimiento se pueden

5 representar usando elementos de sintaxis y, junto con la información de control, formar una representación codificada de una secuencia de video. En algunos casos, el codificador de video puede codificar por entropía elementos de sintaxis, de este modo se reduce adicionalmente el número de bits necesarios para su representación.

[0054] Un decodificador de video, usando los elementos de sintaxis y la información de control

10 descriptos anteriormente, puede construir datos predictivos (por ejemplo, un bloque predictivo) para decodificar un cuadro actual. Por ejemplo, el decodificador de video puede agregar el bloque predicho y el error de predicción comprimido. El decodificador de video puede determinar el error de predicción comprimido mediante la ponderación de las funciones de base de transformación usando los coeficientes cuantificados. La diferencia entre el cuadro

15 reconstruido y el cuadro se denomina error de reconstrucción.

[0055] Esta descripción describe sistemas y técnicas para codificar una o más muestras y/o bloques de datos de video usando intrapredicción y combinación de predicción (intra) dependiente de posición (PDPC). Por ejemplo, se puede realizar un modo de intrapredicción de

20 ángulo grande para generar un bloque de predicción de muestras de predicción. Los modos de intrapredicción de ángulos grandes usan ángulos fuera de los ángulos estándar de -135 grados (modo de intrapredicción 2) a 45 grados (modo de intrapredicción 66), y pueden usar ángulos que son menores de -135 grados y/o ángulos que son mayores que 45 grados con respecto a una dirección vertical de la muestra de predicción. Los sistemas y técnicas proporcionados en la

presente amplían el uso de PDPC a tales modos de intrapredicción de ángulo grande para

25 determinar muestras de referencia que se usan para modificar las muestras de predicción del bloque de predicción.

[0056] Los sistemas y técnicas descriptos en la presente introducen una mejora en la eficiencia de la compresión generalmente en la codificación de una muestra y/o bloque de datos de video. Por ejemplo, la eficiencia de la compresión se proporciona al realizar un enfoque de PDPC que

30 utiliza modos de ángulo grande, debido en parte a las muestras de referencia que están más cerca de una muestra de predicción que se utiliza para PDPC. La eficiencia de la compresión es un objetivo generalmente deseable para mejorar el estado de las técnicas de codificación de video existentes.

[0057] Como se usa en esta descripción, el término codificación de video se refiere

35 genéricamente a codificación de video o decodificación de video. De manera similar, el término codificador de video se puede referir genéricamente a un codificador de video, un decodificador de video o un codificador-decodificador de video combinado (CODEC). Además, ciertas técnicas descritas en esta descripción con respecto a la decodificación de video también se pueden aplicar a la codificación de video, y viceversa. Por ejemplo, los codificadores y decodificadores

40 de video se pueden configurar para realizar el mismo proceso o procesos recíprocos. Además, los codificadores de video normalmente realizan la decodificación de video como parte de los procesos de determinación de cómo codificar los datos de video. Por lo tanto, a menos que se indique lo contrario, no se debe suponer que una técnica descrita con respecto a la

decodificación de video no se puede realizar también como parte de la codificación de video, o viceversa.

5 **[0058]** Esta divulgación también puede usar términos como capa actual, bloque actual, imagen actual, corte actual, etc. En el contexto de esta descripción, el término actual está destinado a identificar un bloque, imagen, corte, etc. que se está codificando actualmente., a diferencia de, por ejemplo, bloques, imágenes y cortes previamente o ya codificados o bloques, imágenes y cortes que aún no se han codificado.

10 **[0059]** Las técnicas descritas en la presente se pueden aplicar a cualquiera de los códecs de video existentes (por ejemplo, codificación de video de alta eficiencia (HEVC), codificación de video avanzada (AVC) u otro códec de video existente adecuado), y/o pueden ser una herramienta de codificación eficiente para cualquier estándar de codificación de video que se esté desarrollando y/o estándares de codificación de video futuros, como, por ejemplo, Codificación de video versátil (VVC), el modelo de exploración conjunta (JEM) y/u otro estándar de codificación de video en desarrollo o por ser desarrollado. Si bien en la presente se proporcionan ejemplos usando codificación de video con fines ilustrativos, en algunos casos, las técnicas descritas en la presente se pueden realizar usando cualquier dispositivo de codificación, tal como un codificador de imágenes (por ejemplo, un codificador y/o decodificador JPEG, o similares), un codificador de video (por ejemplo, un codificador de video y/o decodificador de video) u otro dispositivo de codificación adecuado.

20 **[0060]** La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de sistema de codificación y decodificación de video 10 que puede utilizar técnicas de esta descripción para codificar una o más muestras y/o bloques de datos de video. En algunos ejemplos, el sistema de codificación y decodificación de video 10 puede codificar los datos de video usando un enfoque PDPC cuando se usan múltiples líneas de referencia para generar muestras de intrapredicción codificadas y/o para generar muestras de referencia PDPC usadas para modificar las muestras de intrapredicción codificadas. El modo MRL incluye el uso de múltiples líneas de referencia que se encuentran en la vecindad del bloque actual.

30 **[0061]** Como se muestra en la FIG. 1, el sistema 10 incluye un dispositivo fuente 12 que proporciona datos de video codificados para ser decodificar en un momento posterior por un dispositivo de destino 14. En particular, el dispositivo fuente 12 proporciona los datos de video al dispositivo de destino 14 a través de un medio legible por computadora 16. El dispositivo fuente 12 y el dispositivo de destino 14 pueden comprender cualquiera de una amplia gama de dispositivos, incluidos computadoras de escritorio, computadoras portátiles (es decir, laptop), tabletas, decodificadores, teléfonos como los llamados teléfonos "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 fuente 12 y el dispositivo de destino 14 pueden estar equipados para comunicación inalámbrica. Por tanto, el dispositivo fuente 12 y el dispositivo de destino 14 pueden ser dispositivos de comunicación inalámbrica. El dispositivo fuente 12 es un dispositivo de codificación de video de ejemplo (es decir, un dispositivo para codificar datos de video). El dispositivo de destino 14 es un dispositivo de decodificación de video de ejemplo (por ejemplo, un dispositivo o aparato para decodificar datos de video).

- 5 **[0062]** En el ejemplo de la FIG. 1, el dispositivo fuente 12 incluye una fuente de video 18, un medio de almacenamiento 20 configurado para almacenar datos de video, un codificador de video 22 y una interfaz de salida 24. El dispositivo de destino 14 incluye una interfaz de entrada 26, medio de almacenamiento 28 configurado para almacenar datos de video codificados, un decodificador de video 30 y un dispositivo de visualización 32. En otros ejemplos, el dispositivo fuente 12 y el dispositivo de destino 14 incluyen otros componentes o disposiciones. Por ejemplo, el dispositivo fuente 12 puede recibir datos de video de una fuente de video externa, tal como una cámara externa. Asimismo, el dispositivo de destino 14 puede interactuar con un dispositivo de visualización externo, en lugar de incluir un dispositivo de visualización integrado.
- 10 **[0063]** El sistema ilustrado 10 de la FIG. 1 es simplemente un ejemplo. Las técnicas para procesar datos de video se pueden realizar mediante cualquier dispositivo o aparato de codificación y/o decodificación de video digital. Aunque generalmente las técnicas de esta descripción se realizan mediante un dispositivo de codificación de video y un dispositivo de decodificación de video, las técnicas también se pueden realizar mediante un codificador/decodificador de video combinado, normalmente denominado como "CODEC". El dispositivo fuente 12 y el dispositivo de destino 14 son simplemente ejemplos de dichos dispositivos de codificación en los que el dispositivo fuente 12 genera datos de video codificados para su transmisión al dispositivo de destino 14. En algunos ejemplos, el dispositivo fuente 12 y el dispositivo de destino 14 funcionan de manera sustancialmente simétrica de modo que cada uno del dispositivo fuente 12 y del dispositivo de destino 14 incluye componentes de codificación y decodificación de video. Por tanto, el sistema 10 puede soportar la transmisión de video de una vía o dos vías entre el dispositivo fuente 12 y el dispositivo de destino 14, por ejemplo, para streaming de video, reproducción de video, transmisión de video o videotelefonía.
- 25 **[0064]** La fuente de video 18 del dispositivo fuente 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 datos de 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. El dispositivo fuente 12 puede comprender uno o más medios de almacenamiento de datos (por ejemplo, medios de almacenamiento 20) configurados para almacenar los datos de video. Las técnicas descritas en esta descripción pueden ser aplicables a la codificación de video en general, y se pueden aplicar 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 22. La interfaz de salida 24 puede enviar la información de video codificada a un medio legible por computadora 16.
- 35 **[0065]** El dispositivo de destino 14 puede recibir los datos de video codificados para decodificar a través de un 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 fuente 12 al dispositivo de destino 14. En algunos ejemplos, el medio legible por computadora 16 comprende un medio de comunicación para permitir que el dispositivo
- 40

fuerza 12 transmita datos de video codificados directamente al dispositivo de destino 14 en tiempo real. Los datos de video codificados se pueden modular de acuerdo con un estándar de comunicación, tal 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, tal como un espectro de radiofrecuencia (RF) o uno o más líneas de transmisión físicas. El medio de comunicación puede formar parte de una red basada en paquetes, tal como una red de área local, una red de área amplia o una red global tal 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 fuerza 12 al dispositivo de destino 14. El dispositivo de destino 14 puede comprender uno o más medios de almacenamiento de datos configurados para almacenar datos de video codificados y datos de video decodificados.

[0066] En algunos ejemplos, los datos codificados (por ejemplo, datos de video codificados) se pueden enviar de la interfaz de salida 24 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 26. El dispositivo de almacenamiento puede incluir cualquiera de una variedad de medios de almacenamiento de datos distribuidos o de acceso local, tal 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 un ejemplo adicional, 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 fuerza 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 ejemplos de servidores de archivos 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 por 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 por streaming, una transmisión de descarga o una combinación de las mismas.

[0067] Las técnicas de esta descripción se pueden aplicar a la codificación de video en apoyo de cualquiera de una variedad de aplicaciones multimedia, tales como transmisiones de televisión por aire, transmisiones de televisión por cable, transmisiones de televisión por satélite, transmisiones de video streaming por Internet, tales como técnicas de transmisión adaptativa que incluyen transmisión dinámica adaptativa por HTTP (DASH), video digital que está codificado 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 se puede configurar para soportar transmisión de video de una vía o dos vías para soportar aplicaciones tales como streaming de video, reproducción de video, transmisión de video y/o videotelefonía.

5 **[0068]** El medio legible por computadora 16 puede incluir medios transitorios, tales como una transmisión inalámbrica o una transmisión de red cableada, o medios de almacenamiento (es decir, medios de almacenamiento no transitorios), tales 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 desde el dispositivo fuente 12 y proporcionar los datos de video codificados al dispositivo de destino 14, por ejemplo, mediante transmisión de red. De manera similar, un dispositivo de computación de una instalación de producción de medio, tal como una instalación de estampado de discos, puede recibir datos de video codificados desde el dispositivo fuente 12 y producir un disco que contiene los datos de video codificados. Por lo tanto, se puede entender que el medio legible por computadora incluya uno o más medios legibles por computadora de diversas formas, en varios ejemplos.

20 **[0069]** La interfaz de entrada 26 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 22 del codificador de video 22, que también es utilizada por el decodificador de video 30, que incluye sintaxis elementos que describen características y/o procesamiento de bloques y otras unidades codificadas, por ejemplo, grupos de imágenes (GOP). El medio de almacenamiento 28 puede almacenar datos de video codificados recibidos por la interfaz de entrada 26. El dispositivo de visualización 32 muestra los datos de video decodificados a un usuario. El dispositivo de visualización 32 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 emisor de luz orgánica (OLED) u otro tipo de dispositivo de visualización.

30 **[0070]** El codificador de video 22 y la unidad de decodificador de video 30 se pueden implementar cada uno como cualquiera de una variedad de circuitos de codificador o decodificador adecuados, tales como uno o más microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), matrices de puertas programables en campo (FPGA), lógica discreta, software, hardware, firmware o cualquier combinación de estos. Cuando las técnicas se implementan parcialmente en software, un dispositivo puede almacenar instrucciones para el software en un medio legible por computadora no transitorio adecuado y puede ejecutar las instrucciones en hardware usando uno o más procesadores para realizar las técnicas de esta descripción. Cada uno de los codificadores de video 22 y decodificadores de video 30 se puede incluir en uno o más codificadores o decodificadores, cualquiera de los cuales se puede integrar como parte de un codificador/decodificador combinado (CODEC) en un dispositivo respectivo.

40 **[0071]** En algunos ejemplos, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden funcionar según un estándar de codificación de video. Los estándares de codificación de video

de ejemplo incluyen, pero sin limitación, ITU-T H.261, ISO/IEC MPEG-1 Visual, ITU-T H.262 o ISO/IEC MPEG-2 Visual, ITU-T H.263, ISO/IEC MPEG-4 Visual e ITU-T H.264 (también conocido como ISO/IEC MPEG-4 AVC), incluidas sus extensiones de Codificación de video escalable (SVC) y Codificación de video multivista (MVC). El estándar de codificación de video Codificación de video de alta eficiencia (HEVC) o ITU-T H.265, incluidas sus extensiones de codificación de contenido de rango y pantalla, codificación de video 3D (3D-HEVC) y extensiones multivista (MV-HEVC) y extensión escalable (SHVC), ha sido desarrollado por el Equipo de colaboración conjunta sobre codificación de video (JCT-VC) del Grupo de expertos en codificación de video del UIT-T (VCEG) y el Grupo de expertos en imágenes en movimiento ISO/IEC (MPEG). Una memoria descriptiva preliminar HEVC reciente, y denominada HEVC WD de aquí en adelante está disponible en http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/14_Vienna/wg11/JCTVC-N1003-v1.zip.

[0072] El codificador de video 22 y el decodificador de video 30 también pueden operar de acuerdo con otros estándares patentados o de la industria, tal como el Modelo de prueba de exploración conjunta (JEM) o ITU-T H.266, también conocido como Codificación de video versátil (VVC). Un borrador reciente del estándar VVC se describe en "Versatile Video Coding (Draft 4)" Joint Video Experts Team (JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 y ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, 13th Meeting: Marrakech, MA, 9-18 January 2019, JVET-M1001-v5 (de aquí en adelante "VVC Draft 4"). Las técnicas de esta descripción, sin embargo, no se limitan a ningún estándar de codificación particular.

[0073] En HEVC, VVC y otras especificaciones de codificación de video, una secuencia de video generalmente incluye una serie de imágenes. Las imágenes también se pueden denominar "cuadros". Una imagen puede incluir tres matrices de muestra, denominadas S_L , S_{Cb} , y S_{Cr} . S_L es una matriz bidimensional (es decir, un bloque) de muestras de luma. S_{Cb} es una matriz bidimensional de muestras de crominancia Cb. S_{Cr} es una matriz bidimensional de muestras de crominancia Cr. Las muestras de crominancia también se pueden denominar en la presente como muestras de "croma". Un píxel puede hacer referencia a los tres componentes (muestras de luma y croma) para una ubicación determinada en una matriz de una imagen. En otros casos, una imagen puede ser monocromática y solo puede incluir una matriz de muestras de luma, en cuyo caso los términos píxel y muestra se pueden usar indistintamente.

[0074] Además, en HEVC y otras especificaciones de codificación de video, para generar una representación codificada de una imagen, el codificador de video 22 puede generar un conjunto de unidades de árbol de codificación (CTU). 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 bloque de árbol de codificación único 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 $N \times N$. Una CTU también se puede denominar "bloque de árbol" o "unidad de codificación más grande" (LCU). Las CTU de HEVC pueden ser ampliamente análogas a los macrobloques de otros

estándares, tales 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 corte puede incluir un número entero de CTU ordenadas consecutivamente en un orden de barrido por trama.

- 5 **[0075]** Si funciona de acuerdo con HEVC, para generar una CTU codificada, el codificador de video 22 puede realizar de forma recursiva una partición de árbol cuádruple en los bloques del árbol de codificación de una CTU para dividir los bloques del árbol de codificación en bloques de codificación, de ahí el nombre "unidades de árbol de codificación". Un bloque de codificación es 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 muestras de luma, una matriz de muestras de Cb y una matriz de muestras 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 bloque de codificación único y estructuras de sintaxis utilizadas para codificar las muestras del bloque de codificación.

- 15 **[0076]** Los datos de sintaxis dentro de un flujo de bits también pueden definir un tamaño para la CTU. Un corte incluye varias CTU consecutivas en orden de codificación. Un cuadro de video o una imagen se puede dividir en uno o más cortes. Como se mencionó anteriormente, cada bloque de árbol se puede dividir en CU de acuerdo con un árbol cuádruple. En general, una estructura de datos de árbol cuádruple incluye un nodo por CU, con un nodo raíz correspondiente al bloque de árbol. Si una CU se divide en cuatro sub-CU, el nodo correspondiente a la CU incluye cuatro nodos hoja, cada uno de los cuales corresponde a una de las sub-CU.

- 20 **[0077]** Cada nodo de la estructura de datos de árbol cuádruple puede proporcionar datos de sintaxis para la CU correspondiente. Por ejemplo, un nodo en el árbol cuádruple puede incluir un indicador de división, que indica si la CU correspondiente al nodo está dividida en sub-CU. Los elementos de sintaxis de una CU se pueden definir de forma recursiva y pueden depender de si la CU se divide en sub-CU. Si una CU no se divide más, se denomina CU hoja. Si un bloque de CU se divide más, generalmente se le puede denominar un CU no hoja. En algunos ejemplos de esta divulgación, cuatro sub-CU de una CU hoja se pueden denominar como CU hoja incluso si no hay una división explícita de la CU hoja original. Por ejemplo, si una CU con un tamaño de 16x16 no se divide más, las cuatro sub-CU de 8x8 también se pueden denominar CU-hoja, aunque la CU de 16x16 nunca se dividió.

- 25 **[0078]** Una CU tiene un propósito similar a un macrobloque del estándar H.264, excepto que una CU no tiene una distinción de tamaño. Por ejemplo, un bloque de árbol se puede dividir en cuatro nodos hijos (también denominados sub-CU) y cada nodo hijo puede ser a su vez un nodo original y dividirse en otros cuatro nodos hijos. Un nodo hijo final, no dividido, denominado nodo hoja del árbol cuádruple, comprende un nodo de codificación, también denominado CU hoja. Los datos de sintaxis asociados con un flujo de bits codificado pueden definir un número máximo de veces que se puede dividir un bloque de árbol, lo que se denomina profundidad máxima de

CU, y también pueden definir un tamaño mínimo de los nodos de codificación. Por consiguiente, un flujo de bits también puede definir una unidad de codificación más pequeña (SCU). Esta divulgación utiliza el término "bloque" para referirse a cualquiera de una CU, PU o TU, en el contexto de HEVC, o estructuras de datos similares en el contexto de otros estándares (por ejemplo, macrobloques y sub-bloques de los mismos en H.264/AVC).

[0079] Una CU incluye un nodo de codificación, así como unidades de predicción (PU) y unidades de transformación (TU) asociadas con el nodo de codificación. Un tamaño de la CU corresponde a un tamaño del nodo de codificación y puede tener, en algunos ejemplos, forma cuadrada. En el ejemplo de HEVC, el tamaño de la CU puede variar desde 8x8 píxeles hasta el tamaño del bloque de árbol con un máximo de 64x64 píxeles o más. Cada CU puede contener una o más PU y una o más TU. Los datos de sintaxis asociados con una CU pueden describir, por ejemplo, la partición de la CU en una o más PU. Los modos de partición pueden diferir entre si la CU está codificada en modo directo o de salto, codificada en modo intrapredicción o codificada en modo interpredicción. Las PU se pueden dividir para que tengan una forma no cuadrada. Los datos de sintaxis asociados con una CU también pueden describir, por ejemplo, la partición de la CU en una o más TU de acuerdo con un árbol cuádruple. Una TU puede tener forma cuadrada o no cuadrada (por ejemplo, rectangular).

[0080] El estándar HEVC permite transformaciones de acuerdo con las TU. Las TU pueden ser diferentes para diferentes CU. Las TU normalmente se dimensionan en función del tamaño de las PU dentro de una CU determinada definida para una LCU particionada, aunque puede que no siempre sea así. Las TU son normalmente del mismo tamaño o más pequeñas que las PU. En algunos ejemplos, las muestras residuales correspondientes a una CU se pueden subdividir en unidades más pequeñas utilizando una estructura de árbol cuádruple, a veces llamado "árbol cuádruple residual" (RQT). Los nodos hoja del RQT se pueden denominar como TU. Los valores de diferencia de píxeles asociados con las TU se pueden transformar para producir coeficientes de transformación, que se pueden cuantificar.

[0081] Una CU-hoja puede incluir una o más PU. En general, una PU representa un área espacial correspondiente a la totalidad o una porción de la CU correspondiente, y puede incluir datos para recuperar una muestra de referencia para la PU. Además, una PU incluye datos relacionados con la predicción. Por ejemplo, cuando la PU está codificada en modo intra, los datos para la PU se pueden incluir en un RQT, que puede incluir datos que describen un modo de intrapredicción para una TU correspondiente a la PU. Como otro ejemplo, cuando la PU está codificada en modo inter, la PU puede incluir datos que definen uno o más vectores de movimiento para la PU. Los datos que definen el vector de movimiento para un PU pueden describir, por ejemplo, un componente horizontal del vector de movimiento, un componente vertical del vector de movimiento, una resolución para el vector de movimiento (por ejemplo, precisión de un cuarto de píxel o precisión de un octavo de píxel), una imagen de referencia a la que apunta el vector de movimiento y/o una lista de imágenes de referencia (por ejemplo, Lista 0, Lista 1 o Lista C) para el vector de movimiento

[0082] Una CU hoja que tiene una o más PU también puede incluir una o más TU. Las TU se

- pueden especificar utilizando un RQT (también denominado estructura de árbol cuádruple de TU), como se discutió anteriormente. Por ejemplo, un indicador de división puede indicar si una CU hoja se divide en cuatro unidades de transformación. En algunos ejemplos, cada unidad de transformación se puede dividir en sub-TU adicionales. Cuando una TU no se divide más, se puede denominar TU hoja. Generalmente, para la codificación intra, todas las TU hoja que pertenecen a una CU hoja contienen datos residuales producidos a partir del mismo modo de intrapredicción. Es decir, generalmente se aplica el mismo modo de intrapredicción para calcular los valores predichos que se transformarán en todas las TU de una CU hoja. Para la codificación intra, el codificador de video 22 puede calcular un valor residual para cada TU hoja usando el modo de intrapredicción, como una diferencia entre la porción de la CU correspondiente a la TU y el bloque original. Una TU no se limita necesariamente al tamaño de una PU. Por tanto, las TU pueden ser más grandes o más pequeñas que una PU. Para la codificación intra, una PU se puede colocalizar con una TU hoja correspondiente para la misma CU. En algunos ejemplos, el tamaño máximo de una TU hoja puede corresponder al tamaño de la CU hoja correspondiente.
- 5
- 10
- 15 **[0083]** Además, las TU de las CU hoja también pueden estar asociadas con las respectivas estructuras RQT. Es decir, una CU hoja puede incluir un árbol cuádruple que indica cómo se divide la CU hoja en las TU. El nodo raíz de un árbol cuádruple de TU corresponde generalmente a una CU hoja, mientras que el nodo raíz de un árbol cuádruple de CU corresponde generalmente a un bloque de árbol (o LCU).
- 20
- 25 **[0084]** Como se describió anteriormente, el codificador de video 22 puede dividir un bloque de codificación de una CU en uno o más bloques de predicción. Un bloque de predicción es un bloque de muestras rectangular (es decir, cuadrado o no cuadrado) en el que se aplica la misma predicción. Una 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 bloque de predicción único y estructuras de sintaxis utilizadas para predecir el bloque de predicción. El codificador de video 22 puede generar bloques predictivos (por ejemplo, bloques predictivos luma, Cb y Cr) para bloques de predicción (por ejemplo, bloques de predicción luma, Cb y Cr) de cada PU de la CU.
- 30
- 35 **[0085]** El codificador de video 22 y el decodificador de video 30 se pueden configurar para funcionar de acuerdo con VVC. De acuerdo con VVC, un codificador de video (tal como el codificador de video 22) divide una imagen en una pluralidad de unidades de árbol de codificación (CTU). El codificador de video 22 puede dividir una CTU según una estructura de árbol, tal como una estructura de árbol binario cuádruple (QTBT) o una estructura de árbol de tipos múltiples (MTT). La estructura QTBT elimina los conceptos de múltiples tipos de partición, tal como la separación entre CU, PU y TU de HEVC. Una estructura QTBT incluye dos niveles: un primer nivel dividido de acuerdo con la partición de árbol cuádruple y un segundo nivel dividido de acuerdo con la partición de árbol binario. Un nodo raíz de la estructura QTBT corresponde a una CTU. Los nodos hoja de los árboles binarios corresponden a unidades de codificación (CU).
- 40 **[0086]** En una estructura de partición MTT, los bloques se pueden dividir usando una partición

de árbol cuádruple (QT), una partición de árbol binario (BT) y uno o más tipos de particiones de árbol triple (TT). Una partición de árbol triple es una partición en la que un bloque se divide en tres subbloques. En algunos ejemplos, una partición de árbol triple divide un bloque en tres subbloques sin dividir el bloque original por el centro. Los tipos de particiones en MTT (por ejemplo, QT, BT y TT) pueden ser simétricos o asimétricos.

[0087] En algunos ejemplos, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden usar una estructura QTBT o MTT única para representar cada uno de los componentes de luminancia y crominancia, mientras que en otros ejemplos, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden usar dos o más estructuras QTBT o MTT, tal como una estructura QTBT/MTT para el componente de luminancia y otra estructura QTBT/MTT para ambos componentes de crominancia (o dos estructuras QTBT/MTT para los respectivos componentes de crominancia).

[0088] En VVC, una imagen se puede dividir en cortes, mosaicos y ladrillos. En general, un ladrillo puede ser una región rectangular de filas de CTU dentro de un mosaico particular en una imagen. Un mosaico puede ser una región rectangular de CTU dentro de una columna de mosaico particular y una fila de mosaico particular en una imagen. Una columna de mosaico es una región rectangular de CTU que tiene una altura igual a la altura de la imagen y un ancho especificado por los elementos de sintaxis en el conjunto de parámetros de la imagen. Una fila de mosaicos es una región rectangular de las CTU que tiene una altura especificada por elementos de sintaxis en el conjunto de parámetros de imagen y un ancho igual al ancho de la imagen. En algunos casos, un mosaico se puede dividir en múltiples ladrillos, cada uno de los cuales puede incluir una o más filas de CTU dentro del mosaico. Un mosaico que no está dividido en varios ladrillos también se conoce como ladrillo. Sin embargo, un ladrillo que es un verdadero subconjunto de un mosaico no se denomina como mosaico. Un corte puede ser un número entero de ladrillos de una imagen que están contenidos exclusivamente en una unidad NAL única. En algunos casos, un corte puede incluir un número de mosaicos completos o solo una secuencia consecutiva de ladrillos completos de un mosaico.

[0089] El codificador de video 22 y el decodificador de video 30 se pueden configurar para utilizar particiones de árbol cuádruple por HEVC, particiones QTBT, particiones MTT u otras estructuras de particiones. Para fines de explicación, se presenta la descripción de las técnicas de esta divulgación con respecto a la partición QTBT. Sin embargo, se debe entender que las técnicas de esta divulgación también se pueden aplicar a codificadores de video configurados para usar particiones de árbol cuádruple u otros tipos de particiones también.

[0090] El codificador de video 22 puede usar intrapredicción o interpredicción para generar los bloques predictivos para una PU. Si el codificador de video 22 usa la interpredicción para generar los bloques predictivos de una PU, el codificador de video 22 puede generar los bloques predictivos de la PU sobre la base de las muestras decodificadas de la imagen que incluye la PU. Después de que el codificador de video 22 genera bloques predictivos (por ejemplo, bloques predictivos luma, Cb y Cr) para una o más PU de una CU, el codificador de video 22 puede generar uno o más bloques residuales para la CU. Por ejemplo, el codificador de video 22 puede generar

un bloque residual de luma para la CU. Cada muestra en el bloque residual luma de la CU indica una diferencia entre una muestra luma en uno de los bloques de luma predictivos de la CU y una muestra correspondiente en el bloque de codificación luma original de la CU. Además, el codificador de video 22 puede generar un bloque residual Cb para la CU. Cada muestra en el
5 bloque residual Cb de una CU puede indicar una diferencia entre una muestra Cb en uno de los bloques Cb predictivos de la CU y una muestra correspondiente en el bloque de codificación Cb original de la CU. El codificador de video 22 también puede generar un bloque residual de 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
10 el bloque de codificación Cr original de la CU.

[0091] Además, como se describió anteriormente, el codificador de video 22 puede utilizar la partición de árbol cuádruple para descomponer los bloques residuales (por ejemplo, los bloques residuales luma, Cb y Cr) de una CU en uno o más bloques de transformación (por ejemplo, bloques de transformación luma, Cb y Cr). Un bloque de transformación es un bloque de
15 muestras rectangular (por ejemplo, cuadrado o no cuadrado) en el que se aplica la misma transformación. Una unidad de transformación (TU) de una CU puede comprender un bloque de transformación de muestras de luma, dos bloques de transformación correspondientes de muestras de croma y estructuras de sintaxis utilizadas para transformar las muestras de bloques de transformación. Por tanto, cada TU de una CU puede tener un bloque de transformación
20 luma, un bloque de transformación Cb y un bloque de transformación Cr. El bloque de transformación luma de la TU puede ser un subbloque del bloque residual luma de la CU. El bloque de transformación Cb puede ser un subbloque del bloque residual Cb de la CU. El bloque de transformación Cr puede ser un subbloque del bloque residual Cr de la CU. En imágenes monocromas o imágenes que tienen tres planos de color separados, una TU puede comprender
25 un bloque de transformación único y estructuras de sintaxis utilizadas para transformar las muestras del bloque de transformación.

[0092] El codificador de video 22 puede aplicar una o más transformaciones a un bloque de transformación de una TU para generar un bloque de coeficientes para la TU. Por ejemplo, el codificador de video 22 puede aplicar una o más transformaciones a un bloque de
30 transformación luma de una TU para generar un bloque de coeficiente luma para la TU. Un bloque de coeficientes puede ser una matriz bidimensional de coeficientes de transformación. Un coeficiente de transformación puede ser una cantidad escalar. El codificador de video 22 puede aplicar una o más transformaciones a un bloque de transformación Cb de una TU para generar un bloque de coeficientes Cb para la TU. El codificador de video 22 puede aplicar una o
35 más transformaciones a un bloque de transformación Cr de una TU para generar un bloque de coeficiente Cr para la TU.

[0093] En algunos ejemplos, el codificador de video 22 omite la aplicación de las transformaciones al bloque de transformación. En tales ejemplos, el codificador de video 22 puede tratar los valores de muestra residuales de la misma manera que los coeficientes de
40 transformación. Por tanto, en los ejemplos en los que el codificador de video 22 omite la aplicación de las transformaciones, la siguiente descripción de los coeficientes de

transformación y los bloques de coeficientes puede ser aplicable a los bloques de transformación de muestras residuales.

5 **[0094]** Después de generar un bloque de coeficientes (por ejemplo, un bloque de coeficientes luma, un bloque de coeficientes Cb o un bloque de coeficientes Cr), el codificador de video 22 puede cuantificar el bloque de coeficientes para posiblemente reducir la cantidad de datos utilizados para representar el bloque de coeficientes, lo que proporciona potencialmente una compresión adicional. La cuantificación generalmente se refiere a un proceso en el que un rango de valores se comprime en un valor único. Por ejemplo, la cuantificación se puede realizar mediante la división de un valor por una constante y luego redondeando al número entero más cercano. Para cuantificar el bloque de coeficientes, el codificador de video 22 puede cuantificar los coeficientes de transformación del bloque de coeficientes. Después de que el codificador de video 22 cuantifica un bloque de coeficientes, el codificador de video 22 puede codificar por entropía elementos de sintaxis que indican los coeficientes de transformación cuantificados. Por ejemplo, el codificador de video 22 puede realizar la codificación aritmética binaria adaptativa al contexto (CABAC) u otras técnicas de codificación de entropía en los elementos de sintaxis que indican los coeficientes de transformación cuantificados.

20 **[0095]** El codificador de video 22 puede producir un flujo de bits que incluye una secuencia de bits que forma una representación de imágenes codificadas y datos asociados. Por tanto, el flujo de bits comprende una representación codificada de datos de video. 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 bytes que contienen esos datos en forma de carga útil de secuencia de bytes sin procesar (RBSP) intercalados según sea necesario con bits de prevención de emulación. Cada una de las unidades NAL puede incluir una cabecera de unidad NAL y puede encapsular una RBSP. La cabecera 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 la cabecera de unidad NAL de una unidad NAL indica el tipo de unidad NAL. Una RBSP puede ser una estructura de sintaxis que contiene un número entero de bytes que está encapsulado dentro de una unidad NAL. En algunos casos, una RBSP incluye cero bits.

30 **[0096]** El decodificador de video 30 puede recibir un flujo de bits generado por el codificador de video 22. El decodificador de video 30 puede decodificar el flujo de bits para reconstruir imágenes de los datos de video. Como parte de la decodificación del flujo de bits, 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 sobre la base, al menos en parte, de 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 22. Por ejemplo, el decodificador de video 30 puede usar vectores de movimiento de PU para determinar bloques predictivos para las PU de una CU actual. Además, el decodificador de video 30 puede cuantificar de forma inversa bloques de coeficientes de TU de la CU actual. El decodificador de video 30 puede realizar transformaciones inversas en los bloques de coeficientes para reconstruir bloques de transformación de las TU de

la CU actual. El decodificador de video 30 puede reconstruir los bloques de codificación de la CU actual mediante la adición de las muestras de los bloques predictivos para las PU de la CU actual a las muestras correspondientes de los bloques de transformación de las TU de la CU actual. Mediante la reconstrucción de los bloques de codificación para cada CU de una imagen, el
5 decodificador de video 30 puede reconstruir la imagen.

[0097] Las técnicas descritas en la presente se basan en la intrapredicción basada en bloques que es parte de los estándares de video que incluyen AVC, HEVC y VVC. En la intrapredicción basada en bloques, normalmente, se utilizan líneas de muestras de referencia de bloques reconstruidos adyacentes para predecir muestras dentro del bloque actual. Se pueden usar una
10 o múltiples líneas de muestras para la predicción. Las muestras de referencia se emplean en los modos típicos de intrapredicción, tales como los modos DC, plano y angular/direccional.

[0098] La intrapredicción realiza la predicción del bloque de imágenes utilizando las muestras de imágenes reconstruidas espacialmente vecinas del bloque. Con la intrapredicción, un bloque NxM (por ejemplo, 4x4) se predice mediante las muestras reconstruidas vecinas por encima y a
15 la izquierda (muestras de referencia) a lo largo de una dirección de predicción seleccionada. Como ejemplo, el bloque se predice mediante las muestras reconstruidas vecinas por encima y a la izquierda (es decir, muestras de referencia) a lo largo de una dirección de predicción seleccionada. Las muestras de referencia son externas al bloque que se predice. Con las muestras de referencia, un codificador de video 22 construye un bloque de predicción que tiene
20 muestras de predicción basadas en las muestras de referencia.

[0099] En general, las técnicas de intrapredicción, el codificador de video 22 determina un bloque residual que indica diferencias entre el bloque de predicción y el bloque actual (por ejemplo, valores residuales que indican diferencias entre las muestras de predicción y las muestras del bloque actual), y señala la información indicativa de los valores residuales en el
25 bloque residual. El decodificador de video 30 determina de manera similar las muestras de referencia y construye el bloque de predicción. El decodificador de video 30 determina los valores residuales del bloque residual sobre la base de la información recibida y añade los valores residuales del bloque residual a las muestras de predicción del bloque de predicción para reconstruir el bloque actual.

[0100] Como se describe con más detalle, las técnicas de ejemplo descritas en esta divulgación modifican una o más (por ejemplo, todas) de las muestras de predicción del bloque de predicción. El codificador de video 22 puede determinar los valores residuales basados en las muestras de predicción modificadas. El decodificador de video 30 puede agregar los valores residuales a las muestras de predicción modificadas para reconstruir el bloque actual.

[0101] Hay una pluralidad de modos de intrapredicción (también denominados "modos intra"). En algunos ejemplos, la intrapredicción de un bloque de luma incluye 35 modos, que incluye el modo plano, modo DC y 33 modos angulares (por ejemplo, modos de intrapredicción diagonales y modos angulares adyacentes a los modos de intrapredicción diagonales). El codificador 22 y/o el decodificador 30 pueden seleccionar el modo de predicción para cada bloque que minimiza

el residuo entre el bloque de predicción y el bloque a codificar (por ejemplo, basado en una Suma de errores absolutos (SAE), Suma de diferencias absolutas (SAD), Suma de diferencias absolutas transformadas (SATD) u otra medida de similitud). Por ejemplo, la SAE se puede calcular tomando la diferencia absoluta entre cada píxel (o muestra) en el bloque para codificar y el píxel correspondiente (o muestra) en el bloque de predicción que se usa para la comparación. Las diferencias de los píxeles (o muestras) se suman para crear una métrica de similitud de bloque, tal como la norma L1 de la imagen de diferencia, la distancia de Manhattan entre dos bloques de imagen u otro cálculo. Usando SAE como ejemplo, la SAE para cada predicción usando cada uno de los modos de intrapredicción indica la magnitud del error de predicción. El modo de intrapredicción que tiene la mejor coincidencia con el bloque actual real se da por el modo de intrapredicción que da la SAE más pequeña.

[0102] Los 35 modos de la intrapredicción están indexados como se muestra en la Tabla 1 a continuación. En otros ejemplos, se pueden definir más modos intra que incluyen ángulos de predicción que pueden no estar ya representados por los 33 modos angulares. En otros ejemplos, los ángulos de predicción asociados con los modos angulares pueden ser diferentes de los usados en HEVC.

Modo de intrapredicción	Nombre asociado
0	INTRA_PLANO
1	INTRA_DC
2..34	INTRA_ANGULAR2..INTRA_ANGULAR34

Tabla 1 – Memoria descriptiva de modo intrapredicción y nombres asociados

[0103] Para realizar la predicción plano para un bloque NxN, para cada p_{xy} de muestra ubicado en (x, y) , el valor de la muestra de predicción se puede calcular mediante la aplicación de un filtro bilineal a cuatro muestras reconstruidas vecinas específicas (utilizadas como muestras de referencia para la intrapredicción). Las cuatro muestras de referencia incluyen la muestra reconstruida TR superior derecha, la muestra BL reconstruida inferior izquierda y las dos muestras reconstruidas ubicadas en la misma columna ($r_{x,-1}$) y fila ($r_{-1,y}$) de la muestra actual. El modo plano se puede formular de la siguiente manera:

$$p_{xy} = ((N-x1) * L + (N-y1) * T + x1 * R + y1 * B) / (2 * N),$$

[0104] donde $x1=x+1$, $y1=y+1$, $R=TR$ y $B=BL$.

[0105] Para el modo DC, el bloque de predicción se llena con el valor promedio de las muestras reconstruidas vecinas. Por lo general, los modos plano y DC se aplican para modelar regiones de imagen constantes y que varían suavemente.

[0106] Para los modos de intrapredicción angular en HEVC, que incluyen 33 direcciones de predicción diferentes, el proceso de intrapredicción se puede describir como sigue. Para cada modo de intrapredicción angular dado, la dirección de intrapredicción se puede identificar en

consecuencia; por ejemplo, el modo intra 18 corresponde a una dirección de predicción horizontal pura, y el modo intra 26 corresponde a una dirección de predicción vertical pura. Los modos de predicción angular se muestran en la FIG. 3. En algunos códecs, se puede utilizar un número diferente de modos de intrapredicción. Por ejemplo, además de los modos plano y DC, se pueden definir 65 modos angulares, donde el modo 2 indica una dirección de predicción de -135 °, el modo 34 indica una dirección de predicción de -45 ° y el modo 66 indica una dirección de predicción de 45°. En algunos códecs (por ejemplo, VVC), también se pueden definir ángulos superiores a -135 ° (menos de -135 °) y superiores a 45 ° (más de 45 °); estos se pueden denominar modos intra de ángulo grande. Aunque la descripción en la presente es con respecto al diseño modo intra en HEVC (es decir, con 35 modos), las técnicas descritas también se pueden aplicar a más modos intra, que incluye los modos intra de ángulo grande.

[0107] Las coordenadas (x, y) de cada muestra de un bloque de predicción se proyectan a lo largo de una dirección de intrapredicción específica (por ejemplo, uno de los modos de intrapredicción angular). Por ejemplo, dada una dirección de intrapredicción específica, las coordenadas (x, y) de una muestra del bloque de predicción se proyectan primero a la fila/columna de muestras reconstruidas vecinas a lo largo de la dirección de intrapredicción. En los casos en que (x, y) se proyecta a la posición fraccionaria α entre dos muestras reconstruidas vecinas L y R; luego, el valor de predicción para (x, y) se puede calcular usando un filtro de interpolación bilineal de dos tomas, formulado de la siguiente manera:

$$p_{xy} = (1 - a) \cdot L + a \cdot R.$$

[0108] Para evitar operaciones de punto flotante, en HEVC, el cálculo anterior se puede aproximar usando aritmética de números enteros como:

$$p_{xy} = ((32 - a') \cdot L + a' \cdot R + 16) \gg 5,$$

[0109] donde a' es un número entero igual a $32 \cdot a$.

[0110] En algunos ejemplos, antes de la intrapredicción, las muestras de referencia vecinas se filtran mediante un filtro bilineal de 2 tomas o de 3 tomas (1,2,1)/4, conocido como suavizado intra referencia o suavizado intra dependiente del modo (MDIS). Al realizar la intrapredicción, dado el índice del modo de intrapredicción (predModelIntra) y el tamaño del bloque (nTbS), se decide si se realiza un proceso de suavizado de referencia y qué filtro de suavizado se utiliza. El índice del modo de intrapredicción es un índice que indica un modo de intrapredicción.

[0111] Las muestras de predicción de un bloque de predicción se generan usando los ejemplos de técnicas anteriores. Las muestras de predicción de un bloque de predicción se generan utilizando las técnicas de ejemplo anteriores. Después de que se generan las muestras de predicción, una o más de las muestras de predicción se pueden modificar usando la combinación de predicción (intra) dependiente de la posición (PDPC). Las formas de PDPC se describen en ITU-T SG16/Q6 Doc. COM16-C1046, "Position Dependent intra Prediction Combination (PDPC), and X. Zhao, V. Seregin, A. Said, M. Karczewicz, "EE1 related: Simplification and extension of PDPC", 8th JVET Meeting, Macau, Oct. 2018, JVET-H0057, que se incorpora en la presente como

referencia en su totalidad y para todos los propósitos. En ese documento se describe la introducción de PDPC aplicada a los modos plano, DC, horizontal y vertical sin señalización, como se resume a continuación.

- 5 **[0112]** Por ejemplo, una muestra de predicción $\text{pred}(x, y)$ ubicada en (x, y) se predice con un modo de intrapredicción (por ejemplo, plano, DC o angular), y su valor se modifica usando la expresión PDPC para una línea de muestra de referencia única de la siguiente manera:

$$\text{pred}(x,y) = (wL \times R_{-1,y} + wT \times R_{x,-1} - wTL \times R_{-1,-1} + (64 - wL - wT + wTL) \times \text{pred}'(x,y) + 32) \gg 6,$$

(Ecuación 1).

- 10 **[0113]** En la Ecuación 1, $\text{pred}'(x, y)$ es el valor de la muestra de predicción determinada usando un modo de intrapredicción como se describió anteriormente para generar muestras de predicción, y $\text{pred}(x, y)$ es el valor modificado de $\text{pred}'(x, y)$. Los términos $R_{x,-1}$ y $R_{-1,y}$ representan las muestras de referencia ubicadas en la parte superior e izquierda de la muestra actual (x, y) (las muestras adyacentes superior e izquierda externas al bloque actual), respectivamente, y el término $R_{-1,-1}$ representa la muestra de referencia ubicada en la esquina superior izquierda del
- 15 bloque actual (la esquina superior izquierda adyacente externa al bloque actual). Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 2A (descrito a continuación), desde la perspectiva de una primera muestra de predicción 202 ubicada en una esquina superior izquierda de un bloque 200A, $R_{x,-1}$ representa una muestra que está una fila por encima del bloque actual con la misma coordenada x que la coordenada x de la muestra de predicción que se está modificando (correspondiente al
- 20 valor $\text{pred}'(x, y)$), $R_{-1,y}$ representa una muestra que está una columna a la izquierda de (o "en el lado izquierdo del") bloque actual con la misma coordenada y que la coordenada y de la muestra de predicción que se está modificando, y $R_{-1,-1}$ representa una muestra que está una columna a la izquierda del bloque actual y una fila por encima del bloque actual.

- 25 **[0114]** Las muestras (por ejemplo, muestras de referencia usadas para PDPC) que se usan para modificar la muestra de predicción (generada mediante el modo de intrapredicción) son muestras en la imagen (por ejemplo, muestras de luma y croma) y no necesariamente otras muestras de predicción (aunque posible). Por ejemplo, para un bloque actual que se intrapredice que tiene un tamaño de $N \times M$, el codificador de video 22 y/o el decodificador de video 30 pueden generar un bloque de predicción de tamaño $N \times M$. Las muestras de referencia usadas para
- 30 modificar las muestras de predicción son las de la imagen actual (incluido el bloque actual) y son externas al bloque actual (en uno o más bloques vecinos del bloque actual).

- [0115]** El sistema de coordenadas para identificar las muestras externas al bloque actual es relativo al bloque actual. Por ejemplo, la muestra ubicada en la esquina superior izquierda del bloque actual tiene una coordenada de $(0, 0)$. El codificador de video 22 puede determinar un residuo entre la muestra de predicción ubicada en la esquina superior izquierda del bloque de predicción (por ejemplo, que tiene la coordenada $(0, 0)$) y la muestra en el bloque actual que tiene la coordenada $(0, 0)$. Para reconstruir la muestra ubicada en $(0, 0)$ en el bloque actual, el decodificador de video 30 puede agregar la muestra de predicción ubicada en $(0, 0)$ en el bloque de predicción al valor residual correspondiente a la muestra ubicada en $(0, 0)$. Por consiguiente,
- 35

para cada muestra en el bloque actual, hay una muestra correspondiente en el bloque de predicción (por ejemplo, que tiene la misma coordenada).

5 **[0116]** Por consiguiente, $R_{x,-1}$ significa que la coordenada x es -1, y por lo tanto se refiere a una muestra en la fila que está por encima del bloque actual. La coordenada x puede ser la misma que la coordenada x de la muestra de predicción que se está modificando. Para $R_{-1,y}$, la coordenada x es -1, y por lo tanto se refiere a una columna que está a la izquierda del bloque actual. La coordenada y puede ser la misma que la coordenada y de la muestra de predicción que se está modificando.

10 **[0117]** También es posible utilizar un sistema de coordenadas diferente, tal como un sistema de coordenadas donde la coordenada (0, 0) se refiere a la muestra superior derecha de la imagen. Las técnicas de ejemplo se describen con respecto a un sistema de coordenadas donde la coordenada (0, 0) se refiere a la muestra superior izquierda del bloque.

[0118] Para el modo DC, las ponderaciones se calculan de la siguiente manera para un bloque con dimensiones de ancho y altura:

15 $wT = 32 \gg ((y < 1) \gg \text{desplazamiento}), wL = 32 \gg ((x < 1) \gg \text{desplazamiento}), wTL = (wL \gg 4) + (wT \gg 4),$ (Ecuación 2).

20 **[0119]** En la ecuación 2, desplazamiento = $(\log_2(\text{ancho}) + \log_2(\text{altura}) + 2) \gg 2$. Para el modo plano $wTL = 0$, para el modo horizontal $wL = 0$ y $wTL = wT$, y para el modo vertical $wT = 0$ y $wTL = wL$. En algunos casos, las ponderaciones PDPC se pueden calcular con solo adds y desplazamientos. El valor de $\text{pred}(x,y)$ se puede calcular en una etapa única usando la Ecuación 1.

25 **[0120]** La FIG. 2A es un diagrama que ilustra ponderaciones de PDPC en modo DC (wL , wT , wTL) para una primera muestra de predicción 202 (en la posición de muestra (0, 0)) dentro de un bloque 4x4 200A. Como se muestra, la ponderación wL para la muestra de referencia de PDPC $R_{-1,y}$ es 32, la ponderación wT para la muestra de referencia de PDPC $R_{x,-1}$ es 32, y la ponderación wTL para la muestra de referencia de PDPC $R_{-1,-1}$ es -4. Las ponderaciones (wL , wT , wTL) se pueden determinar de acuerdo con la ecuación 2 anterior. Como se muestra en la ecuación 2, las ponderaciones se determinan sobre la base de la posición (x,y) de la muestra de predicción $\text{pred}(x,y)$ en el bloque actual.

30 **[0121]** La FIG. 2B ilustra las ponderaciones de PDPC en modo DC (wL , wT , wTL) para la posición de la muestra (1, 0) dentro de un bloque 4x4. Como se muestra, la ponderación wL para la muestra de referencia de PDPC $R_{-1,y}$ es 8, la ponderación wT para la muestra de referencia de PDPC $R_{x,-1}$ es 32, y la ponderación wTL para la muestra de referencia de PDPC $R_{-1,-1}$ es -2. Las ponderaciones (wL , wT , wTL) se pueden determinar de acuerdo con la ecuación 2 anterior.

35 **[0122]** En algunos casos, si se aplica PDPC a los modos intra DC, plano, horizontal y vertical, no se aplican filtros de límite adicionales, tal como el filtro de límite de modo DC o filtros de borde de modo horizontal/vertical. En algunos casos, la Ecuación 1 se puede generalizar para incluir

líneas de muestra de referencia adicionales (por ejemplo, sin limitarse a muestras una fila arriba o una fila a la izquierda del bloque actual). En este caso, hay múltiples muestras de referencia disponibles en las cercanías de $R_{x,-1}$, $R_{-1,y}$, $R_{-1,-1}$, y cada una puede tener una ponderación asignada que se puede optimizar, por ejemplo, mediante entrenamiento.

5 **[0123]** En algunos casos, la PDPC se puede extender a los modos angulares en general (por ejemplo, a los modos intra diagonales y a los modos angulares que son adyacentes a los modos diagonales). Los modos intra diagonales previstos son los modos que predicen de acuerdo con las direcciones inferior izquierda y superior derecha, así como varios modos angulares adyacentes, por ejemplo, N modos adyacentes entre el modo de diagonal inferior izquierda y el modo vertical, y N o M modos adyacentes entre el modo de diagonal superior derecha y el modo horizontal. La FIG. 3 ilustra la identificación de los modos angulares como se describe en la presente. En general, los modos adyacentes pueden ser un subconjunto seleccionado de modos angulares disponibles. El espaciado entre modos angulares, por ejemplo, puede no ser uniforme y se pueden omitir, por ejemplo, algunos modos angulares.

15 **[0124]** En algunos ejemplos, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 se pueden configurar para realizar PDPC donde el bloque actual se intra predice en un modo angular que excluye los modos DC, plano, vertical u horizontal. Sin embargo, puede haber complejidades técnicas al extender la PDPC a modos de intrapredicción angular. Por ejemplo, las muestras de referencia, aunque están ubicadas en el exterior del bloque actual, no necesitan tener las mismas coordenadas x y/o y que la muestra de predicción que se está modificando. Por lo tanto, puede ser indeterminado qué muestras de referencia utilizar para modificar la muestra de predicción, de modo que se obtengan eficiencias de codificación de video.

25 **[0125]** Por ejemplo, si se reduce la información necesaria para señalar los valores residuales, hay un aumento en la eficiencia del ancho de banda. Por consiguiente, las muestras de referencia de PDPC utilizadas para modificar el bloque de predicción (determinadas utilizando intrapredicción) deberían ser tales que los valores residuales generados a partir del bloque de predicción modificado requieran una menor cantidad de información para señalar, en comparación con otras técnicas. Sin embargo, si la determinación de qué muestras de referencia utilizar es demasiado intensiva, puede haber latencia en cuanto al tiempo que tarda el decodificador de video 30 en reconstruir el bloque actual.

35 **[0126]** La FIG. 4A–FIG. 4D ilustra las definiciones de las muestras usadas por PDPC extendida a modos intra diagonales y angulares adyacentes. Las flechas discontinuas en la FIG. 4A – FIG. 4D indican la dirección de predicción (por ejemplo, de la FIG. 3) y originan de la muestra de referencia usada para la muestra de intrapredicción-predichos $\text{pred}(x',y')$. La FIG. 4A ilustra la definición de muestras de referencia PDPC $R_{(x,-1)}$, $R_{(-1,y)}$, y $R_{(-1,-1)}$ para la extensión de PDPC al modo de diagonal superior derecha. La muestra de predicción $\text{pred}(x',y')$ se ubica en (x',y') dentro del bloque de predicción. La coordenada x de la muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$ se da por: $x = x' + y' + 1$, y la coordenada y de la muestra de referencia de PDPC $R_{(-1,y)}$ se da de modo similar por: $y = x' + y' + 1$. Las ponderaciones de PDPC para el modo de diagonal superior derecha son, por ejemplo: $w_T = 16 \gg ((y' < -1) \gg \text{desplazamiento})$, $w_L = 16 \gg ((x' < -1) \gg \text{desplazamiento})$

), $w_{TL} = 0$.

5 **[0127]** La FIG. 4B ilustra la definición de muestras de referencia $R_{(x,-1)}$, $R_{(-1,y)}$, y $R_{(-1,-1)}$ para la extensión de la PDPC al modo de diagonal inferior izquierda. La coordenada x de la muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$ está dada por $x = x' + y' + 1$, y la coordenada y de la muestra de referencia de PDPC $R_{(-1,y)}$ está dada por: $y = x' + y' + 1$. Las ponderaciones de PDPC para el modo de diagonal superior derecha son, por ejemplo: $w_T = 16 \gg ((y' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $w_L = 16 \gg ((x' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $w_{TL} = 0$.

10 **[0128]** En la FIG. 4A y FIG. 4B, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 cada uno puede determinar una fila que está por encima del bloque actual (por ejemplo, inmediatamente por encima pero las técnicas no están tan limitadas) y determinar una coordenada x en la fila determinada. La coordenada x en la fila determinada es igual a una coordenada x de la muestra de predicción más una coordenada y de la muestra de predicción más 1. El codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia basadas en la fila determinada y la coordenada x determinada.

15 **[0129]** De modo similar, en las FIG. 4A y FIG. 4B, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar una columna que está a la izquierda del bloque actual (por ejemplo, inmediatamente a la izquierda pero las técnicas no están tan limitadas) y pueden determinar una coordenada y en la columna determinada. La coordenada y en la columna determinada es igual a una coordenada x de la muestra de predicción más una coordenada y de la muestra de predicción más 1. El codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia basadas en la columna determinada y la coordenada y determinada.

20 **[0130]** Sobre la base de las coordenadas x e y determinadas, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar las muestras de referencia (por ejemplo, una primera muestra de referencia basada en la fila determinada y la coordenada x determinada y una segunda muestra de referencia basada en la columna determinada y coordenada y determinada). El codificador de video 22 y el decodificador de video 30 también pueden determinar las ponderaciones de acuerdo con los ejemplos de técnicas anteriores para los modos diagonales (por ejemplo, modo de diagonal superior derecha y modo de diagonal inferior izquierda, como dos ejemplos). Entonces, sobre la base de la Ecuación 1 (a modo de ejemplo no limitante), el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar la muestra de predicción modificada (por ejemplo, $\text{pred}(x,y)$).

35 **[0131]** El caso de un modo de diagonal superior derecha adyacente se ilustra en la FIG. 4C. En general, para el ángulo α definido en la FIG. 3, la coordenada y de la muestra de referencia de PDPC $R_{(-1,y)}$ se determina de la siguiente manera: $y = y' + \tan(\alpha) \times (x' + 1)$, y la coordenada x de la muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$ está dada por: $x = x' + \cotan(\alpha) \times (y' + 1)$, con $\tan(\alpha)$ y $\cotan(\alpha)$ la tangente y cotangente del ángulo α , respectivamente. Las ponderaciones de PDPC para un modo de diagonal superior derecha adyacente son, por ejemplo: $w_T = 32 \gg ((y' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $w_L = 32 \gg ((x' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $w_{TL} = 0$ o $w_T = 32 \gg ((y' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $w_L = 32 \gg ((x' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $w_{TL} = 0$.

>> desplazamiento), $wL = 0$, $wTL = 0$.

5 **[0132]** De modo similar, el caso de un modo de diagonal inferior izquierda adyacente se ilustra en la FIG. 4D. En general, para el ángulo β definido en la FIG. 3, la coordenada x de la muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$ se determina de la siguiente manera $x = x' + \tan(\beta) \times (y' + 1)$, y la coordenada y de la muestra de referencia de PDPC $R_{(-1,y)}$ está dada por $y = y' + \cotan(\beta) \times (x' + 1)$, con $\tan(\beta)$ y $\cotan(\beta)$ la tangente y cotangente del ángulo β , respectivamente. Las ponderaciones de PDPC para un modo de diagonal inferior izquierda adyacente son, por ejemplo: $wL = 32 \gg ((x' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $wT = 32 \gg ((y' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $wTL = 0$ o $wL = 32 \gg ((x' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $wT = 0$, $wTL = 0$.

10 **[0133]** En la FIG. 4C y FIG. 4D, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar cada uno una fila que está por encima del bloque actual (por ejemplo, inmediatamente por encima pero las técnicas no están tan limitadas) y pueden determinar una coordenada x en la fila determinada. La coordenada x en la fila determinada se basa en un ángulo del modo de intrapredicción angular. El codificador de video 22 y el decodificador de video 30
15 pueden determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia basadas en la fila determinada y la coordenada x determinada.

20 **[0134]** Para determinar la coordenada x en la fila determinada, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar una de una cotangente (por ejemplo, para el modo de diagonal superior derecha adyacente) o tangente (por ejemplo, para el modo de diagonal inferior izquierda adyacente) del ángulo del modo de intrapredicción angular. El codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar la coordenada x en la fila determinada sobre la base de una de la cotangente o tangente del ángulo de modo de intrapredicción angular, una coordenada x de la muestra de predicción, y una coordenada y de la muestra de predicción. Por ejemplo, para modo de intrapredicción angular de diagonal superior derecha adyacente, la coordenada x en la fila determinada es igual a $x' + \cotan(\alpha) \times (y' + 1)$ y para el modo de diagonal inferior izquierda adyacente, la coordenada x en la fila determinada es igual a $x' + \tan(\beta) \times (y' + 1)$, donde x' e y' son las coordenadas x e y de la muestra de predicción que se está modificando.
25

30 **[0135]** De modo similar, en la FIG. 4C y FIG. 4D, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 puede determinar cada uno una columna que está a la izquierda del bloque actual (por ejemplo, inmediatamente a la izquierda pero las técnicas no están tan limitadas) y pueden determinar una coordenada y en la columna determinada. La coordenada y en la columna determinada se basa en un ángulo del modo de intrapredicción angular. El codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar una muestra de referencia de la una o más
35 muestras de referencia basadas en la columna determinada y la coordenada y determinada.

[0136] Para determinar la coordenada y en la columna determinada, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar una de una cotangente (por ejemplo, para el modo de diagonal inferior izquierda adyacente) o tangente (por ejemplo, para el modo de diagonal superior derecha adyacente) del ángulo del modo de intrapredicción angular. El

- codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar la coordenada y en la columna determinada sobre la base de una de la cotangente o tangente del ángulo de modo de intrapredicción angular, una coordenada x de la muestra de predicción, y una coordenada y de la muestra de predicción. Por ejemplo, para el modo de intrapredicción angular de diagonal superior derecha adyacente, la coordenada y en la columna determinada es igual a $y' + \tan(\alpha) \times (x' + 1)$, y para el modo de diagonal inferior izquierda adyacente, la coordenada y en la columna determinada es igual a $y' + \cotan(\beta) \times (x' + 1)$, donde x' e y' son las coordenadas x e y de la muestra de predicción que se está modificando.
- [0137]** Sobre la base de las coordenadas x e y determinadas, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar la muestras de referencia (por ejemplo, una primera muestra de referencia basada en la fila determinada y la coordenada x determinada y una segunda muestra de referencia basada en la columna determinada y la coordenada y determinada). El codificador de video 22 y el decodificador de video 30 también puede determinar las ponderaciones de acuerdo con las técnicas de ejemplo anteriores para los modos de diagonal adyacente (por ejemplo, modo de diagonal superior derecha adyacente y modo de diagonal inferior izquierda adyacente, como dos ejemplos). Entonces, sobre la base de la Ecuación 1 (a modo de ejemplo no limitante), el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden determinar la muestra de predicción modificada (por ejemplo, $\text{pred}(x,y)$).
- [0138]** Como se describió anteriormente, PDPC se puede aplicar a modos de intrapredicción angular con un impacto mínimo en la complejidad. En una implementación práctica, los valores de las tangentes y cotangentes de los ángulos se pueden almacenar en tablas para que no se calculen sobre la marcha (por ejemplo, en tiempo de corrida). Las siguientes son ejemplos de tabla para 129 modos angulares en total:
- [0139]** $\text{TanAngTable}[33] = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 49, 52, 55, 58, 61, 64\}$.
- [0140]** $\text{CotanAngTable}[33] = \{0, 65536, 32768, 21845, 16384, 13107, 10923, 8192, 6554, 5461, 4681, 4096, 3641, 3277, 2979, 2731, 2521, 2341, 2185, 2048, 1928, 1820, 1725, 1638, 1560, 1489, 1425, 1337, 1260, 1192, 1130, 1074, 1024\}$.
- [0141]** Los valores en la tabla de tangente indican la ubicación de una muestra encontrada usando un modo de intrapredicción. Un valor en la tabla de cotangente indica la ubicación de una muestra de referencia de PDPC de acuerdo con el valor correspondiente en la tabla de tangente. Por ejemplo, una primera entrada en la tabla de tangente (que indica una ubicación de una muestra de intrapredicción) corresponde a una primera entrada en la tabla de cotangente (que indica una ubicación de una muestra de referencia de PDPC).
- [0142]** Además, las tablas ya pueden ser empleadas por la intrapredicción angular de bloques y se pueden reusar para la extensión de PDPC a los modos de diagonal y adyacente (por ejemplo, los modos de intrapredicción angular). Por lo tanto, es posible que no se requieran tablas adicionales en la implementación de PDPC. En algunos ejemplos, se pueden producir tablas a medida, por ejemplo, mediante capacitación, para optimizar aún más la PDPC.

- [0143] En algunos códecs de video, la estructura de bloques utilizada para especificar el bloque de predicción para la intrapredicción no está restringida a ser cuadrada (ancho w = altura h). Los bloques de predicción rectangulares ($w > h$ o $w < h$) pueden aumentar la eficiencia de la codificación en función de las características del contenido. En tales bloques rectangulares, restringir la dirección de la intrapredicción para que esté dentro de los ángulos ilustrados en la FIG. 3 (entre -135 grados a 45 grados del bloque actual en relación con una dirección vertical de una muestra de predicción) puede producir situaciones en las que se utilizan muestras de referencia más lejanas en lugar de muestras de referencia más cercanas para la intrapredicción.
- [0144] La FIG. 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un modo de intrapredicción direccional donde las muestras de referencia más alejadas se usan para intrapredicción de un bloque actual 503 de una imagen actual 502, más que las muestras de referencia más cercanas. El bloque actual 503 es un bloque rectangular 4x8 de muestras. También se muestran las muestras de referencia 506 y muestras de referencia 508. Las muestras de referencia 506 pueden ser parte de uno o más bloques por encima de la imagen actual 502, y las muestras de referencia 508 pueden ser parte de uno o más bloques a la izquierda de la imagen actual 502.
- [0145] La intrapredicción se realiza para determinar una muestra de predicción 504 (que se indica como $\text{pred}(x',y')$). Debido a la restricción de la dirección intrapredicción para estar en el rango -135 grados a 45 grados (como se muestra en la FIG. 3), las muestras de referencia más cercanas no se usan, pero se pueden usar las muestras de referencia más alejadas. Por ejemplo, un modo de diagonal inferior izquierda se puede usar para predecir la muestra de predicción 504, el ángulo o dirección del modo de diagonal inferior izquierda que se ilustra mediante la flecha 512. Un modo de diagonal superior derecha también se puede usar, el ángulo o dirección de este modo que se ilustra mediante la flecha 510. El modo de diagonal inferior izquierda puede ser a un ángulo de -135 grados con respecto a una dirección vertical de la muestra de predicción 504, que es el ángulo inferior izquierdo más bajo que se puede utilizar en el rango de -135 grados a 45 grados.
- [0146] La flecha discontinua 514 corresponde a un ángulo que es mayor que el ángulo de 45 grados usado en los modos típicos de intrapredicción (los mostrados en la FIG. 3). Como se muestra en la FIG. 5, la muestra de referencia 518 determinada usando el modelo de diagonal inferior izquierda (ilustrado por la flecha 512) está más lejos de la muestra de predicción 504 que la muestra de referencia 516 que se puede determinar usando un modo de intrapredicción de ángulo más grande (ilustrado por la flecha discontinua 514). Es probable que este diseño tenga un impacto en la eficiencia de la codificación. Sería más beneficioso disponer del rango de restricciones relajado para que las muestras de referencia más cercanas (por ejemplo, más allá del ángulo de -135 a 45 grados) se puedan usar para la predicción.
- [0147] La FIG. 6 es un diagrama que ilustra ejemplos de modos de intrapredicción direccionales, incluidos los modos de intrapredicción que se extienden más allá de los ángulos de -135 (modo de intrapredicción 6) a 45 grados (modo de intrapredicción 66). Por ejemplo, los modos de intrapredicción direccional 67 a 80 y -1 a -14, ilustrados con flechas discontinuas, se pueden denominar modos de intrapredicción de ángulos grandes. Se observa que las flechas de

la FIG. 6 apuntan a las muestras de referencia correspondientes utilizadas para la predicción y no indican la dirección de la predicción. La dirección de predicción es opuesta a donde apunta la flecha. Por ejemplo, la dirección de predicción del modo de intrapredicción 68 es desde el número 68 en la FIG. 6 (que es la posición aproximada de la muestra de referencia utilizada en el modo 68) a la mitad del bloque. Como se indicó anteriormente, la PDPC se puede utilizar para modificar las muestras de predicción determinadas utilizando la intrapredicción. Por ejemplo, usando PDPC, el codificador de video 22 y/o el decodificador de video 30 pueden determinar muestras de referencia que están presentes en una o más líneas arriba y/o a la izquierda del bloque actual, y pueden usar las muestras de referencia para modificar las muestras de predicción determinadas mediante intrapredicción. Las muestras de predicción modificadas luego se pueden usar para codificar o decodificar el bloque actual. Sin embargo, cuando se utilizan uno o más de los modos de intrapredicción de ángulos grandes, no queda claro a partir de los estándares de codificación de video actuales cómo se debe aplicar la PDPC.

[0148] En la presente se describen sistemas y técnicas para extender el uso de PDPC a modos de intrapredicción de ángulos grandes que usan ángulos fuera de los ángulos estándares de -135 grados (modo 2) a 45 grados (modo 66). Los sistemas y técnicas proporcionan una aplicación práctica a las técnicas de codificación de video, como las de PDPC, que se utilizan con modos de intrapredicción de ángulos grandes. Por ejemplo, las técnicas de ejemplo proporcionan una solución técnica para el uso de PDPC con modos de intrapredicción de ángulos grandes. A continuación, se describen con más detalle formas de ejemplo en las que el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden realizar PDPC con modos de intrapredicción de ángulos grandes.

[0149] A modo de ejemplo, el codificador de video 22 se puede configurar para obtener un bloque actual de datos de video, y determinar un tamaño del bloque actual. Por ejemplo, el ancho y la altura del bloque actual se pueden analizar para determinar si el bloque actual es rectangular. En algunos casos, el codificador de video 22 puede determinar si el bloque actual es un bloque orientado verticalmente (donde altura > ancho) o un bloque orientado horizontalmente (donde el ancho > altura). El codificador de video 22 puede determinar que un modo de intrapredicción de ángulo grande se usará para el bloque actual sobre la base del tamaño del bloque actual (por ejemplo, sobre la base del bloque que es rectangular). El modo de intrapredicción de ángulo grande no es un modo de intrapredicción DC, plano, horizontal, o vertical, y tiene una dirección que es menor que -135 grados o mayor que 45 grados con respecto a una dirección vertical de cada muestra de predicción del bloque de predicción.

[0150] En algunos casos, el ángulo de la diagonal que se extiende desde la parte inferior izquierda del bloque actual hasta la parte superior izquierda del bloque actual se puede utilizar como una restricción en la selección del modo de intrapredicción, donde se puede seleccionar cualquier modo de intrapredicción que tenga un ángulo que no exceda la diagonal del bloque actual (desde una esquina inferior izquierda a una esquina superior derecha del bloque). El modo de intrapredicción se puede seleccionar entre los modos de intrapredicción permitidos sobre la base de las técnicas descritas anteriormente. Por ejemplo, el modo de intrapredicción para cada bloque que minimiza el residuo entre el bloque de predicción y el bloque para codificar

(por ejemplo, basado en una Suma de Errores Absolutos (SAE), Suma de Diferencias Absolutas (SAD), Suma de Diferencias absolutas transformadas (SATD), u otra medida de similitud) se pueden seleccionar entre los modos de intrapredicción permitidos.

5 **[0151]** El codificador de video 22 se puede configurar para determinar un bloque de predicción (que incluye una pluralidad de muestras de predicción) para el bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande. El codificador de video 22 se puede configurar para modificar una muestra de predicción del bloque de predicción para generar una muestra de predicción modificada usando PDPC. Se debe entender que, aunque las técnicas se describen con respecto a una muestra de predicción, las técnicas de ejemplo no son tan limitadas. En
10 algunos ejemplos, el codificador de video 22 puede modificar las otras muestras de predicción del bloque de predicción usando PDPC.

[0152] Para modificar la muestra de predicción, el codificador de video 22 puede determinar una o más muestras de referencia (muestras de referencia PDPC) que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande, y puede modificar la muestra
15 de predicción para generar la muestra de predicción modificada basada en la una o más muestras de referencia determinadas. La una o más muestras de referencia se pueden identificar usando la dirección o el ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande seleccionado. Por ejemplo, si la muestra de predicción se selecciona de una fila de píxeles de un bloque vecino ubicado por encima del bloque actual en un ángulo n con respecto a una dirección vertical desde
20 la ubicación de la muestra de predicción, se puede seleccionar una primera muestra de referencia de PDPC de una columna de píxeles de un bloque vecino ubicado a la izquierda del bloque actual en el mismo ángulo n en relación con la ubicación de la muestra. En algunos ejemplos, se puede seleccionar una segunda muestra de referencia de PDPC de la misma ubicación de muestra que la utilizada para la muestra de predicción. En algunos casos, el valor
25 de la ubicación de la muestra se puede filtrar o suavizar para obtener la segunda muestra de referencia de PDPC. En algunos ejemplos, se puede seleccionar una tercera muestra de referencia de PDPC de una ubicación de muestra en un bloque vecino que está adyacente a la muestra superior izquierda del bloque actual (por ejemplo, la ubicación $R_{-1,-1}$ que se muestra en la FIG. 4A). La primera muestra de referencia de PDPC (y en algunos casos la segunda y/o tercera
30 muestras de referencia PDPC) se puede utilizar para modificar la muestra de predicción en el bloque de predicción con el fin de generar la muestra de predicción modificada. En un ejemplo ilustrativo, la muestra de predicción modificada se puede determinar calculando una combinación ponderada (usando una o más ponderaciones) de la primera muestra de referencia de PDPC, la segunda muestra de referencia de PDPC, la tercera muestra de referencia de PDPC
35 y la muestra de predicción, tal como mediante la Ecuación 1 anterior.

[0153] El codificador de video 22 puede determinar un valor residual para un bloque residual sobre la base de la muestra de predicción modificada y un valor de la muestra en el bloque actual, y puede señalar la información indicativa del valor residual.

40 **[0154]** A modo de otro ejemplo, el decodificador de video 30 se puede configurar para obtener un bloque actual de datos de video, y determine un tamaño del bloque actual. Por ejemplo, el

- ancho y la altura del bloque actual se pueden analizar para determinar si el bloque actual es rectangular. En algunos casos, el decodificador de video 30 puede determinar si el bloque actual es un bloque orientado verticalmente (donde la altura > ancho) o un bloque orientado horizontalmente (donde el ancho > altura). El codificador de video 22 puede determinar que un
- 5 modo de intrapredicción de ángulo grande se usará para el bloque actual sobre la base del tamaño del bloque actual (por ejemplo, sobre la base del block que es rectangular). El modo de intrapredicción de ángulo grande no es un modo de intrapredicción DC, plano, horizontal, o vertical, y tiene una dirección que es menor que -135 grados o mayor que 45 grados con respecto a una dirección vertical de cada muestra de predicción del bloque de predicción.
- 10 **[0155]** El decodificador de video 30 se puede configurar para determinar un bloque de predicción, que incluye una pluralidad de muestras de predicción, para un bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande. El decodificador de video 30 puede modificar una muestra de predicción del bloque de predicción para generar una muestra de predicción modificada usando PDPC. De modo similar al anterior, aunque las técnicas se
- 15 describen con respecto a una muestra de predicción, los ejemplos de técnicas no son tan limitados. En algunos ejemplos, el decodificador de video 30 puede modificar las otras muestras de predicción del bloque de predicción usando PDPC.
- [0156]** Para modificar la muestra de predicción, el decodificador de video 30 se puede configurar para determine una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande y para modificar la muestra de
- 20 predicción para generar la muestra de predicción modificada basada en la una o más muestras de referencia determinadas. De modo similar al descrito anteriormente con respecto al codificador de video 22, la una o más muestras de referencia se pueden identificar usando la dirección o el ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande seleccionado. Por ejemplo,
- 25 una primera muestra de referencia de PDPC se puede seleccionar de una columna o fila de píxeles de un bloque vecino en el mismo ángulo n con respecto a la misma ubicación. En algunos ejemplos, una segunda muestra de referencia de PDPC se puede seleccionar de la misma ubicación que se usa para la muestra de predicción (cuyo valor se debe filtrar o suavizar para obtener la segunda muestra de referencia de PDPC), y/o una tercera muestra de referencia de
- 30 PDPC se puede seleccionar de una ubicación de muestra en un bloque vecino que es adyacente a la muestra superior izquierda del bloque actual (por ejemplo, la ubicación de $R_{-1,-1}$ mostrada en la FIG. 4A). La primera muestra de referencia de PDPC (y en algunos casos la segunda y/o tercera muestra de referencia de PDPC) se puede usar para modificar la muestra de predicción en el bloque de predicción para generar la muestra de predicción modificada (por ejemplo,
- 35 usando la Ecuación 1 anterior). El decodificador de video 30 también se puede configurar para reconstruir una muestra del bloque actual sobre la base de la muestra de predicción modificada y un valor residual.
- [0157]** La FIG. 7 es un diagrama que ilustra un ejemplo de PDPC realizado con un modo de intrapredicción de ángulo grande. Una imagen actual 702 se muestra con un bloque actual 703
- 40 de los datos de video. El bloque actual 703 es un bloque rectangular de 4x8 de muestras (por ejemplo, muestras de componentes de luma y/o croma, o un conjunto completo de muestras

de componentes de luma y croma que componen un block de pixeles). También se muestran muestras de referencia reconstruidas vecinas 706 y muestras de referencia reconstruidas vecinas 708. Las muestras de referencia vecinas 706 pueden ser parte de uno o más bloques por encima de la imagen actual 702, y las muestras de referencia vecinas 708 pueden ser parte de uno o más bloques a la izquierda de la imagen actual 702.

[0158] Un dispositivo de codificación (por ejemplo, el codificador de video 22 y/o el decodificador de video 30) puede determinar un tamaño del bloque actual 703, y puede determinar o seleccionar un modo de intrapredicción para realizar sobre la base del tamaño del bloque actual 703. Como se describió anteriormente, el dispositivo de codificación puede determinar que un modo de intrapredicción de ángulo grande se usará para el bloque actual 703 sobre la base del tamaño del bloque actual 703. Por ejemplo, un modo de intrapredicción de ángulo grande se puede usar cuando se determina que el bloque actual es un bloque rectangular (el ancho y la altura son de diferentes tamaños). En algunos casos, cualquier modo de intrapredicción que tiene un ángulo que no excede la diagonal del bloque actual 703 (desde una esquina inferior izquierda a una esquina superior derecha del bloque) se puede seleccionar para usar en la predicción del bloque actual 703. En algunos casos, las relaciones del tamaño del bloque se pueden usar para determinar el modo de intrapredicción para usar. Por ejemplo, la relación de tamaño de bloque de un bloque rectangular se puede utilizar para determinar la dirección diagonal desde la parte inferior izquierda a la superior derecha y, por lo tanto, el rango permitido de ángulos (o direcciones) de predicción.

[0159] En algunos ejemplos, se pueden rechazar los modos de intrapredicción (incluidos los modos 2 a 66) que están fuera del ángulo de la diagonal del bloque 703, y los modos de ángulo grande adicionales que están dentro del ángulo de la diagonal del bloque 703. puede estar disponible para su selección por el dispositivo de codificación. Por ejemplo, para el bloque rectangular orientado horizontalmente 703 (donde ancho > altura), si el ángulo asociado con el modo de intrapredicción 5 (como se muestra en la FIG.6) es el ángulo de la diagonal del bloque 703 (desde la esquina inferior izquierda a la esquina superior derecha), los modos 2, 3 y 4 se pueden rechazar y los modos adicionales 67, 68 y 69 (con ángulos mayores que 45 ° en relación con la dirección vertical de cada ubicación de muestra en el bloque actual 703) puede estar disponible para predecir una o más muestras de predicción de un bloque de predicción del bloque actual 703.

[0160] Sobre la base de un análisis de los diversos modos de intrapredicción disponibles (por ejemplo, sobre la base de las relaciones de tamaño de bloque, basado en la SAE u otra medida de similitud indicada anteriormente, o usando otro análisis adecuado), el dispositivo de codificación puede seleccionar un modo de intrapredicción de ángulo grande (por ejemplo, modo de intrapredicción de ángulo grande 67, 68 o 69) para realizar intrapredicción para una ubicación de muestra del bloque actual 703. La flecha 710 en la FIG. 7 indica la dirección de predicción (o ángulo de predicción) del modo de intrapredicción de ángulo grande seleccionado, y se origina a partir de la muestra de referencia 712 utilizada para la intrapredicción de la muestra de predicción 704 (indicada como pred (x', y')). El modo de intrapredicción de ángulo grande ilustrado en la FIG. 7 es un modo de diagonal inferior izquierda adyacente (por ejemplo,

modo de intrapredicción de ángulo grande 69 de la FIG. 6).

5 [0161] Usando el modo de intrapredicción de ángulo grande seleccionado, la muestra de predicción 704 ($\text{pred}(x', y')$) se puede determinar para una ubicación de muestra inferior derecha en el bloque de predicción del bloque actual 703. Por ejemplo, un valor de la muestra 712 de las muestras de referencia vecinas 708 se puede seleccionar como el valor para la muestra de predicción 704, sobre la base de la dirección (representada por la flecha 710) del modo de intrapredicción de ángulo grande seleccionado. En algunos casos, el mismo modo de intrapredicción de ángulo grande se puede usar para cada muestra de predicción del bloque de predicción. En algunos casos, se puede usar un modo de intrapredicción diferente (que incluye modos de ángulo grande) para diferentes muestras de predicción del bloque de predicción.

15 [0162] El dispositivo de codificación luego puede realizar la PDPC para determinar una o más muestras de referencia PDPC que se usará para modificar el valor de la muestra de predicción 704. La una o más muestras de referencia PDPC se pueden identificar usando la dirección (representada por la flecha 710) del modo de intrapredicción de ángulo grande seleccionado. Por ejemplo, como se indica anteriormente y se muestra en la FIG. 7, la muestra 712 de la fila de las muestras de referencia 708 ubicadas por encima del bloque actual 703 se selecciona como la muestra de predicción 704 ($\text{pred}(x', y')$). La muestra de predicción 704 ($\text{pred}(x', y')$) se usa en una ubicación (x', y') dentro del bloque de predicción. Una primera muestra de referencia de PDPC 714 (indicado como $R_{(-1, y)}$) se selecciona de la columna de las muestras de referencia 706 ubicadas a la izquierda del bloque actual 703 y a lo largo de la misma dirección de predicción (definida por la flecha 710) del modo de intrapredicción de ángulo grande. Para el ángulo β mostrado en la FIG. 7 (también mostrado en la FIG. 3), la coordenada y de la muestra de referencia $R_{(-1, y)}$ se determina como: $y = y' + \cotan(\beta) \times (x' + 1)$, con la $\cotan(\beta)$ que es la cotangente del ángulo β . Los ejemplos de los valores de cotangente se describen a continuación.

25 [0163] En algunas implementaciones, una segunda muestra de referencia de PDPC (indicada como $R_{(x, -1)}$) también se puede seleccionar de la misma ubicación de muestra 712 que se usó para la muestra de predicción 704. En tal ejemplo, el mismo valor de la muestra (el valor de la muestra 712) se puede usar para la muestra de predicción 704 y para la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(x, -1)}$, en tal caso la muestra de predicción 704 ($\text{pred}(x', y')$) es idéntica a la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(x, -1)}$. Para el ángulo β mostrado en la FIG. 7, la coordenada x de $R_{(x, -1)}$ está dada por: $x = x' + \tan(\beta) \times (y' + 1)$, con $\tan(\beta)$ que es la tangente del ángulo β . A continuación, se describen ejemplos de valores de tangente.

35 [0164] En algunos casos, el valor de la muestra 712 se puede filtrar o suavizar para obtener la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(x, -1)}$, en cuyo caso el valor de la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(x, -1)}$, puede ser diferente al valor de la muestra de predicción 704. Como se señaló anteriormente, la muestra de predicción 704 ($\text{pred}(x', y')$) es idéntica a $R_{(x, -1)}$, si la segunda muestra de referencia $R_{(x, -1)}$, la muestra no está filtrada. En algunos ejemplos, el valor de la muestra de referencia se puede filtrar mediante suavizado intra referencia, intra suavizado dependiente del modo (MDIS), filtrado adaptativo de muestra de referencia (RSAF), suavizado adaptativo de muestra de referencia (ARSS) y/u otra técnica de filtrado. Por ejemplo, se puede

utilizar un filtro bilineal de 2 tomas, un filtro de suavizado de 3 tomas $[1,2,1]/4$ u otro filtro.

5 **[0165]** En un ejemplo ilustrativo, el valor de la muestra 712 se puede filtrar mediante un filtro de suavizado $[1\ 2\ 1]$ (u otro filtro), y el valor filtrado se puede usar como la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$. Usando el filtro de suavizado de 3 tomas $[1\ 2\ 1]/4$ como ejemplo, las muestras de referencia más externas $p[-1]\ [2N - 1]$ y $p[2N - 1]\ [-1]$ no se modifican (donde N es el número de muestras en la dirección x y/o y), y todas las demás muestras de referencia se filtran utilizando dos muestras de referencia vecinas. Como se describe con más detalle a continuación, el número de tomas del filtro se puede adaptar en función del modo de intrapredicción particular que se seleccione, sobre la base del tamaño del bloque, en función de las características de uno o más bloques vecinos, cualquier combinación de los mismos, y/o utilizando otros factores.

15 **[0166]** En algunas implementaciones, una tercera muestra de referencia de PDPC 716 (indicado como $R_{(-1,-1)}$) se puede seleccionar de un bloque vecino que es adyacente a la muestra superior izquierda del bloque actual 703. La primera muestra de referencia de PDPC 714 ($R_{(-1,y)}$), la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$, y la tercera muestra de referencia de PDPC 716 ($R_{(-1,-1)}$) se pueden usar para modificar la muestra de predicción 704 ($\text{pred}(x',y')$) para generar una muestra de predicción modificada, que se puede indicar como ($\text{pred}(x,y)$). Por ejemplo, usando Ecuación 1 de antes, la muestra de predicción modificada $\text{pred}(x,y)$ se puede determinar mediante el cálculo de una combinación ponderada de la primera muestra de referencia de PDPC 714, la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$, la tercera muestra de referencia de PDPC 716, y la muestra de predicción $\text{pred}(x',y')$. Las ponderaciones se pueden determinar usando las técnicas descritas anteriormente. Por ejemplo, las ponderaciones de PDPC para el modo de diagonal inferior izquierda adyacente son, por ejemplo: $w_L = 32 \gg ((x' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $w_T = 32 \gg ((y' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $w_{TL} = 0$ o $w_L = 32 \gg ((x' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $w_T = 0$, $w_{TL} = 0$.

30 **[0167]** Para determinar la muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$ (por ejemplo, la segunda muestra de referencia de PDPC en la FIG. 7), un dispositivo de codificación puede determinar una fila que está por encima del bloque actual (por ejemplo, inmediatamente por encima o múltiples filas por encima el bloque actual 703) y puede determinar una coordenada x en la fila determinada. Como se indicó anteriormente, la coordenada x en la fila determinada se basa en una dirección (o ángulo) del modo de intrapredicción de ángulo grande, y el dispositivo de codificación puede determinar una muestra de referencia basada en la fila determinada y la coordenada x determinada.

35 **[0168]** Para determinar la coordenada x en la fila determinada, el dispositivo de codificación puede determinar una de una cotangente (por ejemplo, para el modo de diagonal superior derecha adyacente) o tangente (por ejemplo, para el modo de diagonal inferior izquierda adyacente) del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande. El dispositivo de codificación puede determinar la coordenada x en la fila determinada sobre la base de una de la cotangente o tangente del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande, una
40 coordenada x de la muestra de predicción, y una coordenada y de la muestra de predicción. En

un ejemplo, para el modo de intrapredicción de ángulo grande de diagonal inferior izquierda adyacente (por ejemplo, como se muestra en la FIG. 7), la coordenada x en la fila determinada es igual a $x = x' + \tan(\beta) \times (y' + 1)$. En otro ejemplo, para el modo de diagonal superior derecha adyacente, la coordenada x en la fila determinada es igual a $x = x' + \cotan(\alpha) \times (y' + 1)$. Aquí, x' e y' son las coordenadas x e y de la muestra de predicción que se modifica.

[0169] De modo similar, para determinar la muestra de referencia de PDPC $R_{(-1,y)}$ (por ejemplo, la primera muestra de referencia de PDPC 714 en la FIG. 7), el dispositivo de codificación puede determinar una columna que está a la izquierda del bloque actual (por ejemplo, inmediatamente a la izquierda o múltiples columnas a la izquierda del bloque actual 703) y puede determinar una coordenada y en la columna determinada. Como se indicó anteriormente, la coordenada y en la columna determinada se basa en una dirección del modo de intrapredicción de ángulo grande. El dispositivo de codificación puede determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia basadas en la columna determinada y la coordenada y determinada.

[0170] Para determinar la coordenada y en la columna determinada, el dispositivo de codificación puede determinar una de una cotangente (por ejemplo, para el modo de diagonal inferior izquierda adyacente) o tangente (por ejemplo, para el modo de diagonal superior derecha adyacente) del ángulo del modo de intrapredicción angular. El dispositivo de codificación puede determinar la coordenada y en la columna determinada sobre la base de una de la cotangente o tangente del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande, una coordenada x de la muestra de predicción, y una coordenada y de la muestra de predicción. Por ejemplo, para el modo de intrapredicción angular de diagonal superior derecha adyacente, la coordenada y en la columna determinada es igual a $y' + \tan(\alpha) \times (x' + 1)$, y para el modo de diagonal inferior izquierda adyacente (por ejemplo, el ejemplo de la FIG. 7), la coordenada y en la columna determinada es igual a $y' + \cotan(\beta) \times (x' + 1)$, donde x' e y' son las coordenadas x e y de la muestra de predicción que se modifica.

[0171] Sobre la base de las coordenadas x e y determinadas, el dispositivo de codificación puede determinar las muestras de referencia PDPC (por ejemplo, una primera muestra de referencia de PDPC basada en la fila determinada y la coordenada x determinada, y una segunda muestra de referencia de PDPC basada en la columna determinada y la coordenada y determinada). El dispositivo de codificación también puede determinar las ponderaciones de acuerdo con las técnicas de ejemplo anteriores para los modos de diagonal adyacente (por ejemplo, modo de diagonal superior derecha adyacente y modo de diagonal inferior izquierda adyacente, como dos ejemplos). Entonces, sobre la base de la Ecuación 1 (a modo de ejemplo no limitante), el dispositivo de codificación puede determinar la muestra de predicción modificada (por ejemplo, $\text{pred}(x,y)$).

[0172] Como se describió anteriormente, PDPC se puede aplicar a modos de intrapredicción angular con un impacto mínimo en la complejidad. En una implementación práctica, los valores de las tangentes (por ejemplo, $\tan(\alpha)$ y/o $\tan(\beta)$) y cotangentes (por ejemplo, $\cotan(\alpha)$ y/o $\cotan(\beta)$) de los ángulos se pueden almacenar en tablas para que no se calculen sobre la marcha (por ejemplo, en tiempo de corrida). Las siguientes son ejemplos de tablas para varios modos

angulares (incluidos los modos de ángulo grande):

[0173] TanAngTable[32] = { 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 23, 26, 29, 32, 35, 39, 45, 51, 57, 64, 73, 86, 102, 128, 171, 256, 341, 512, 1024 }.

5 **[0174]** CotanAngTable[32] = { 0, 8192, 4096, 2731, 2048, 1365, 1024, 819, 683, 585, 512, 455, 410, 356, 315, 282, 256, 234, 210, 182, 160, 144, 128, 112, 95, 80, 64, 48, 32, 24, 16, 8 }; // (256 * 32)/Ángulo.

10 **[0175]** Los valores en la tabla de tangente "TanAngTable [32]" indican la ubicación de una muestra encontrada usando un modo de intrapredicción. Los valores de la tabla de tangentes están normalizados por un valor de 32. Por ejemplo, con referencia a la FIG. 6, el modo 66 está a 45 grados (en relación con una dirección vertical desde el centro del bloque) con una pendiente de 1, y predice desde arriba a la derecha a abajo a la izquierda (el valor de muestra de la parte superior derecha se utiliza como un valor de muestra de predicción para la muestra en el medio del bloque en la Figura 6). El valor de "32" en la tabla de tangentes corresponde al modo 66
15 mostrado en la FIG. 6. El valor de "0" en la tabla de tangentes corresponde al modo vertical (modo 50) mostrado en la FIG. 6. El valor de "1024" corresponde al modo 80 en la FIG. 6.

[0176] Un valor en la tabla cotangente "CotanAngTable [32]" indica la ubicación de una muestra de referencia de PDPC de acuerdo con el valor correspondiente en la tabla de tangentes. Los valores de la tabla de cotangentes se normalizan con un valor de 256. Por ejemplo, una primera entrada en la tabla de tangentes (que indica una ubicación de una muestra de intrapredicción)
20 corresponde a una primera entrada en la tabla de cotangentes (que indica una ubicación de una muestra de referencia de PDPC). En un ejemplo con referencia a la FIG. 7, si la muestra de predicción 704 se determina utilizando la muestra de referencia 712, que puede tener un valor de tabla de tangentes de 35 en la tabla de tangentes (la posición 18 en la tabla de tangentes), la segunda muestra de PDPC 714 puede corresponder a un valor de tabla de cotangentes de 234
25 (la posición 18 en la tabla de cotangentes). La cotangente corresponde a $\frac{1}{\tan}$. Como se señaló anteriormente, el valor de "0" en la tabla de tangentes corresponde al modo vertical (modo 50) mostrado en la FIG. 6. Se observa que no hay un modo opuesto al modo vertical 50. Para el modo 51, existe un modo opuesto, que es el modo -14. El modo 51 corresponde al valor "1" en la tabla de tangentes.

30 **[0177]** El ejemplo descrito anteriormente con respecto a la FIG. 7 (y el ejemplo descrito a continuación con respecto a la FIG. 8) son para modos de intrapredicción de ángulo grande superior derecho adyacentes. Los modos de intrapredicción de ángulos grandes en la parte superior derecha se proporcionan como un ejemplo de modo intra de ángulo grande para el que se puede aplicar PDPC. Los ejemplos de técnicas se pueden extender también a otros modos
35 angulares, tales como uno o más modos de intrapredicción de ángulos grandes inferior izquierda adyacentes u otros modos de ángulo grande. Además, en algunos ejemplos, una o más muestras de referencia pueden tener tanto una coordenada x como una coordenada y que son diferentes de las coordenadas x e y de la muestra de predicción en el bloque de predicción. Por ejemplo, en las ecuaciones de ejemplo anteriores para determinar las coordenadas x e y en las respectivas

filas y columnas para determinar las muestras de referencia, la coordenada x puede ser diferente de la coordenada x de la muestra de predicción que se está modificando, y la coordenada y puede ser diferente de la coordenada y de la muestra de predicción que se está modificando. En tales casos, las muestras de referencia pueden no estar en la misma fila o en la misma columna que la muestra de predicción que se modifica.

[0178] Como es el caso de la PDPC en modo DC, plano, horizontal y vertical, puede no haber filtrado de límites adicional, por ejemplo, como se especifica en 'J. Chen, E. Alshina, G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, J. Boyce, "Algorithm description of Joint Exploration Test Model 7," 7th JVET Meeting, Torino, Italy, July 2017, JVET-G1001, para los modos diagonales y diagonales adyacentes cuando la PDPC se extiende a estos modos angulares.

[0179] En algunos casos, todos los modos angulares horizontales se pueden mapear en los modos verticales mediante el giro del bloque alrededor de la diagonal inferior derecha. La simetría alrededor del modo vertical permite que el número de ángulos se reduzca adicionalmente a 33 con valores de tangente y cotangente almacenados en TanAngTable y CotanAngTable, respectivamente. Por ejemplo, como se describió anteriormente, el valor de "0" en la tabla de tangentes corresponde al modo vertical (modo 50) mostrado en la FIG. 6. Sobre la base de la simetría alrededor del modo vertical, el valor de "0" también puede corresponder al modo horizontal (modo 18) en la FIG. 6. Debido a la precisión de los números enteros requerida, los valores en ambas tablas se escalan por el factor 64 en el caso de TanAngTable y el valor 1024 en el caso de CotanAngTable. Las multiplicaciones en las fórmulas anteriores para calcular las coordenadas x e y se evitan al acumular los valores de la tabla correspondientes con el modo angular con x' e y' creciente mientras se recorre el bloque de predicción.

[0180] En algunos casos, la muestra de referencia de PDPC identificada por la dirección (o ángulo) del modo de intrapredicción de ángulo grande no puede corresponder a una posición de muestra de referencia entera, y en cambio puede corresponder a una posición fraccionaria (por ejemplo, entre dos muestras en posiciones enteras). La FIG. 8 es un diagrama que ilustra otro ejemplo de PDPC realizada con un modo de ángulo grande. Una imagen actual 802 incluye un bloque actual 803, que es un bloque rectangular de 4x8 de muestras. De modo similar a la de la FIG. 7, las muestras de referencia reconstruidas vecinas 806 y las muestras de referencia reconstruidas vecinas 808 también se muestran, que puede ser parte de uno o más bloques por encima y a la izquierda, respectivamente, de la imagen actual 802.

[0181] Un dispositivo de codificación (por ejemplo, el codificador de video 22 y/o el decodificador de video 30) puede determinar un tamaño del bloque actual 803, y puede seleccionar un modo de intrapredicción para realizar sobre la base del tamaño del bloque actual 803. Se puede usar un modo de intrapredicción de ángulo grande sobre la base de la determinación de que el bloque actual es un bloque rectangular. Por ejemplo, de modo similar al que se describió anteriormente con respecto a la FIG. 7, sobre la base del análisis de los diversos modos de intrapredicción disponibles (por ejemplo, sobre la base de los SAE u otra medición de similitud indicada anteriormente), el dispositivo de codificación puede seleccionar un modo de intrapredicción de ángulo grande (por ejemplo, modo de intrapredicción de ángulo

grande -2, -3, o -4) para realizar la intrapredicción para una ubicación de muestra del bloque actual 803. La flecha 810 en la FIG. 8 indica la dirección de predicción del modo de intrapredicción de ángulo grande seleccionado, y se origina de la muestra de referencia 814 usada para la intrapredicción de la muestra de predicción 804 (indicada como $\text{pred}(x',y')$). El modo de intrapredicción de ángulo grande ilustrada en la FIG. 8 es un modo de diagonal superior derecha adyacente (por ejemplo, modo de intrapredicción de ángulo grande -3 de la FIG. 6).

[0182] Usando la dirección (representada por la flecha 810) del modo de intrapredicción de ángulo grande seleccionado, un valor de una muestra 814 de las muestras de referencia vecinas 806 se puede seleccionar como el valor para la muestra de predicción 804 (indicada como $\text{pred}(x',y')$) en el bloque de predicción del bloque actual 803. El dispositivo de codificación luego puede determinar una o más muestras de referencia PDPC que se usará para modificar el valor de la muestra de predicción 804. Por ejemplo, usando técnicas similares a las descritas anteriormente, se puede determinar una primera muestra de referencia de PDPC (indicada como $R_{(x,-1)}$), y en algunos casos una segunda muestra de referencia de PDPC (indicada como $R_{(-1,y)}$) y/o una tercera muestra de referencia de PDPC 816 (indicada como $R_{(-1,-1)}$). La tercera muestra de referencia de PDPC 816 ($R_{(-1,-1)}$) se puede seleccionar de un bloque vecino que es adyacente a la muestra superior izquierda del bloque actual 803.

[0183] La muestra de predicción 804 ($\text{pred}(x',y')$) se ubica en una ubicación (x',y') dentro del bloque de predicción. La primera muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$ se selecciona de la fila de las muestras de referencia 808 ubicadas anteriormente el bloque actual 803 y a lo largo de la misma dirección de predicción (definida por la flecha 810) del modo de intrapredicción de ángulo grande. Para el ángulo α mostrada en la FIG. 8 (también mostrado en la FIG. 3), la coordenada x de la muestra de referencia $R_{(x,-1)}$ se determina como: $x = x' + \cotan(\alpha) \times (y' + 1)$, con $\cotan(\alpha)$ que es la cotangente del ángulo α . Los ejemplos de los valores de la cotangente se describieron anteriormente.

[0184] La segunda muestra de referencia de PDPC ($R_{(-1,y)}$) también se puede seleccionar de la misma ubicación de muestra 814 que se usó para la muestra de predicción 804. En tal ejemplo, el mismo valor de la muestra (el valor de la muestra 814) se puede usar para la muestra de predicción 804 y para la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(-1,y)}$, en tal caso la muestra de predicción 804 ($\text{pred}(x',y')$) es idéntica a la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(-1,y)}$. Como se indicó anteriormente, el valor de la muestra 814 se puede filtrar o suavizar para obtener la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(-1,y)}$, en tal caso el valor de la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(-1,y)}$ puede ser diferente del valor de la muestra de predicción 804. Para el ángulo α mostrado en la FIG. 8, la coordenada y de $R_{(-1,y)}$ está dada por: $y = y' + \tan(\alpha) \times (x' + 1)$, con $\tan(\alpha)$ que es la tangente del ángulo α . Los ejemplos de los valores de la tangente se describieron anteriormente.

[0185] La primera muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$, la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(-1,y)}$, y la tercera muestra de referencia de PDPC 816 ($R_{(-1,-1)}$) se pueden usar para modificar la muestra de predicción 804 ($\text{pred}(x',y')$) para generar una muestra de predicción modificada, indicada como $\text{pred}(x,y)$, tal como mediante el cálculo una combinación ponderada (por

ejemplo, usando Ecuación 1 anterior) de las muestras de referencia PDPC y la muestra de predicción $\text{pred}(x',y')$. Por ejemplo, las ponderaciones de PDPC para el modo de diagonal superior derecha adyacente son, por ejemplo: $wT = 32 \gg ((y' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $wL = 32 \gg ((x' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $wTL = 0$ o $wT = 32 \gg ((y' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $wL = 0$, $wTL = 0$

[0186] Como se muestra en la FIG. 8, la primera muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$ no corresponde a una posición de muestra de referencia entera, y en su lugar está en una posición fraccionaria entre dos muestras 812 que están cada una en posiciones enteras. En tal caso, la muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$ se puede interpolar sobre la base de las dos muestras de referencia 812. La interpolación de las muestras de referencia 812 se puede realizar, por ejemplo, mediante interpolación lineal o cúbica, o se puede usar el redondeo al vecino más cercano si se calculan valores fraccionarios. En algunos casos, la interpolación se puede realizar utilizando un filtro de interpolación. Por ejemplo, el filtro de interpolación puede aplicar interpolación lineal entre las dos muestras de referencia 812. En algunos casos, el filtro de interpolación y el número de tomas utilizadas para el filtro de interpolación utilizado para obtener una muestra de referencia de PDPC pueden depender del modo de intrapredicción, un tamaño del bloque (por ejemplo, un ancho y altura), características de un o más bloques vecinos (por ejemplo, si un bloque vecino está codificado usando intrapredicción), cualquier combinación de estos y/o sobre la base de estos factores. En un ejemplo ilustrativo, se puede usar un filtro gaussiano de 6 tomas para la interpolación para ciertos tamaños de bloque y modos más allá de los 45 grados, y el filtro gaussiano de 4 tomas se puede usar para otros tamaños de bloque y modos más allá de -135 grados.

[0187] La interpolación es un ejemplo ilustrativo de cómo determinar una muestra de referencia de PDPC que está en una posición fraccionaria (no entera). En algunos ejemplos, el dispositivo de codificación (por ejemplo, el codificador de video 22 y/o el decodificador de video 30) puede realizar al menos uno de interpolación, redondeo con desviación y/o redondeo sin desviación. El dispositivo de codificación puede realizar tal redondeo con o sin desviación sobre la base de las muestras vecinas en el conjunto de una o más muestras para generar una o más muestras de referencia.

[0188] En algunos ejemplos, puede ser necesario recortar para evitar el acceso de muestras de referencia fuera de los límites del buffer de línea de referencia en caso de que se calculen valores de coordenadas grandes. Si se realiza el recorte, se puede usar la última muestra de referencia disponible o la PDPC puede recurrir únicamente a la intrapredicción angular, lo que equivale a aplicar, por ejemplo, ponderaciones cero para wL , wT , wTL en la Ecuación 1. Por ejemplo, para determinar una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual basado en modo de intrapredicción angular, el dispositivo de codificación se puede configurar para determinar que una o más muestras externas al bloque actual identificado sobre la base del modo de intrapredicción angular no se almacenan en un buffer de línea de referencia y, puede determinar la una o más muestras de referencia basadas en una última muestra de referencia almacenada en el buffer de línea de referencia.

[0189] En algunos ejemplos, en lugar de utilizar la última muestra en el buffer de la línea de referencia, la PDPC se puede inhabilitar para el bloque actual o la PDPC se puede inhabilitar para ciertas muestras predichas de modo que se utilice la intrapredicción normal (por ejemplo, sin muestras de predicción modificadas). Como ejemplo, para una muestra de predicción en el
5 bloque de predicción, el dispositivo de codificación puede determinar que una primera muestra de referencia está disponible en el buffer de referencia pero que una segunda muestra de referencia no está disponible en el buffer de referencia. En este ejemplo, el dispositivo de codificación puede determinar que la PDPC está inhabilitada para la muestra de predicción. Sin embargo, en algunos ejemplos, el dispositivo de codificación puede utilizar la primera muestra
10 de referencia para PDPC y no utilizar la segunda muestra de referencia (por ejemplo, mediante el ajuste de una ponderación para la segunda muestra de referencia igual a cero).

[0190] En algunos ejemplos, como se indicó anteriormente, las muestras de referencia utilizadas para el filtrado de PDPC se pueden filtrar (o suavizar) mediante un filtro (por ejemplo, un filtro [1 2 1] o un filtro más fuerte). El número de tomas se puede adaptar en función del
15 modo particular, el tamaño del bloque (por ejemplo, un ancho y altura), las características de uno o más bloques vecinos, cualquier combinación de estos y/o sobre la base de otros factores. Por ejemplo, si el modo intra indica un modo de predicción ángulo grande se puede aplicar un filtro más fuerte en las muestras de referencia para obtener las muestras de referencia de PDPC. En algunos ejemplos, para distancias de intrapredicción largas, se puede aplicar un filtrado de
20 suavizado, que elimina algo de ruido y puede dar como resultado una mejor predicción.

[0191] En algunos casos, el filtro utilizado para el filtrado de referencia y/o el filtro utilizado para el filtrado de interpolación pueden ser diferentes para las muestras de referencia verticales (a la izquierda del bloque actual) y las muestras de referencia horizontales (encima del bloque actual). En algunas alternativas, la decisión de utilizar diferentes filtros puede depender del
25 tamaño del bloque (por ejemplo, ancho y altura), el modo intra utilizado para la predicción, las características de uno o más bloques vecinos, cualquier combinación de estos y/o sobre la base de otros factores.

[0192] En algunos ejemplos, se puede usar más de una línea de referencia de un bloque vecino para la intrapredicción y/o para determinar muestras de referencia de PDPC. Cuando se puede
30 utilizar más de una línea de referencia de un bloque vecino para la intrapredicción, las muestras de referencia de PDPC se pueden obtener para los modos de intrapredicción de ángulos grandes para las líneas de referencia adicionales, que se pueden obtener mediante la combinación de dos o más líneas de referencia o mediante la selección de una o más líneas de referencia de la vecindad del bloque.

[0193] En algunos casos, cuando se utiliza una intrapredicción de ángulo grande, la PDPC se puede restringir en función del tamaño del bloque, el modo intra utilizado para la predicción, las características de uno o más bloques vecinos, cualquier combinación de estos y/o sobre la base de otros factores. Por ejemplo, la PDPC se puede inhabilitar para bloques pequeños que
35 son menores que un umbral de tamaño (por ejemplo, bloques con un ancho y/o altura de menos
40 de cuatro píxeles, como bloques de 4x4).

[0194] Como se describió anteriormente, en algunos ejemplos, el dispositivo de codificación puede realizar los ejemplos de técnicas de PDPC sobre una pluralidad de muestras de predicción en un bloque de predicción. Sin embargo, puede haber casos en que se usan las técnicas de PDPC en algunas de las muestras de predicción, pero no en otras muestras de predicción en el mismo bloque de predicción. Por ejemplo, para una primera muestra de predicción en un bloque de predicción, el dispositivo de codificación (por ejemplo, el codificador de video 22 y/o el decodificador de video 30) pueden realizar las técnicas de PDPC descritas en la presente. Sin embargo, para una segunda muestra de predicción en el mismo bloque de predicción, las muestras de referencia necesarias para realizar las técnicas de PDPC en la segunda muestra de predicción pueden no estar almacenadas en el buffer de línea de referencia. En este ejemplo, para la segunda muestra de predicción, el dispositivo de codificación puede no realizar las técnicas PDPC y se puede utilizar intrapredicción normal. En algunos casos, para la segunda muestra de predicción, puede ser posible que una de las muestras de referencia esté disponible en el buffer de línea de referencia pero la otra no. En algunos ejemplos, el dispositivo de codificación puede no realizar técnicas PDPC en la segunda muestra de predicción o puede utilizar solo la muestra de referencia que está disponible y asignar una ponderación cero a las ponderaciones aplicadas a la muestra de referencia que no está disponible.

[0195] La FIG. 9 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un proceso 900 de decodificación de datos de video usando una o más de las técnicas descritas en la presente. En el bloque 902, el proceso 900 incluye obtener un bloque actual de datos de video. En un ejemplo ilustrativo, el bloque actual de datos de video puede incluir el bloque 703 de datos de video mostrado en la FIG. 7. En otro ejemplo ilustrativo, el bloque actual de datos de video puede incluir el bloque 803 de datos de video mostrado en la FIG. 8.

[0196] En el bloque 904, el proceso 900 incluye determinar un tamaño del bloque actual. En algunos casos, la determinación del tamaño del bloque actual puede incluir determinar un ancho del bloque y una altura del bloque que son de diferentes tamaños, lo que indica que el bloque es un bloque rectangular. En algunos casos, la determinación del tamaño del bloque actual puede incluir determinar un ángulo o dirección de un diagonal del bloque actual (por ejemplo, la dirección diagonal desde una esquina inferior izquierda del bloque actual a una esquina superior derecha del bloque actual o la dirección diagonal desde una esquina superior izquierda del bloque actual a una esquina inferior derecha del bloque actual). En algunos casos, una relación del tamaño de bloque del bloque actual se puede usar para determinar la dirección diagonal (por ejemplo, usando el teorema de Pitágoras - $distancia_{diagonal} = \sqrt{longitud^2 + ancho^2}$). Como se indicó anteriormente, la dirección diagonal (por ejemplo, de inferior izquierda a superior derecha o de superior-izquierda a inferior-derecha) se puede usar para determinar el rango permitido de direcciones de predicción (o ángulos).

[0197] En el bloque 906, el proceso 900 incluye determinar, sobre la base del tamaño del bloque actual, un modo de intrapredicción de ángulo grande para usar para el bloque actual. El modo de intrapredicción de ángulo grande no es un modo de intrapredicción DC, plano, horizontal, o vertical. Por ejemplo, el ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande

puede ser menor que -135 grados (por ejemplo, modos -1, -2, -3, a -14 mostrados en la FIG. 6) o mayor que 45 grados (por ejemplo, modos 67, 68, 69, a 80 mostrado en la FIG. 6) con respecto a la muestra de predicción (por ejemplo, con respecto a una dirección vertical de la muestra de predicción).

5 **[0198]** A modo de ejemplo de implementación del bloque 906, un dispositivo de codificación (por ejemplo, un dispositivo para la decodificación de datos de video) puede determinar que un modo de intrapredicción de ángulo grande se puede usar para el bloque actual sobre la base del tamaño del bloque actual. Por ejemplo, un modo de intrapredicción de ángulo grande se puede
10 usar cuando se determina que el bloque actual es un bloque rectangular (el ancho y la altura son de diferentes tamaños). En algunos casos, cualquier modo de intrapredicción que tiene una dirección (o ángulo) que no excede la diagonal del bloque actual (desde una esquina inferior izquierda a una esquina superior derecha del bloque o desde una esquina superior izquierda a una esquina inferior derecha del bloque) se puede seleccionar para usar en la predicción del bloque actual. En algunos casos, las relaciones de tamaño de bloque se pueden usar para
15 determinar el modo de intrapredicción para usar. Por ejemplo, la relación del tamaño de bloque de un bloque rectangular se puede usar para determinar la dirección diagonal (por ejemplo, desde inferior izquierda a superior derecha), y, por lo tanto, el rango permitido de las direcciones de predicción.

[0199] En algunos ejemplos, se puede señalar una indicación del modo de intrapredicción de
20 ángulo grande en el flujo de bits. En algunos ejemplos, el modo de intrapredicción que minimiza el residuo entre el bloque de predicción y el bloque para codificar (por ejemplo, sobre la base de una suma de errores absolutos (SAE), suma de diferencias absolutas (SAD), suma de diferencias transformadas absolutas (SATD), u otra medida de similitud) se puede seleccionar para su uso en el bloque actual. Usando SAE como un ejemplo ilustrativo, la SAE para cada
25 predicción determinada usando cada uno de los modos de intrapredicción indica la magnitud del error de predicción. El modo de intrapredicción que tiene la mejor coincidencia con el bloque actual real está dado por el modo de intrapredicción que da la SAE más pequeña. Por ejemplo, el proceso 900 puede seleccionar el modo de intrapredicción de ángulo grande basado en el análisis SAE, que puede indicar el modo de intrapredicción de ángulo grande como el mejor
30 modo basado en que el bloque actual que es rectangular.

[0200] En el bloque 908, el proceso 900 incluye determinar un bloque de predicción para el bloque actual usando el modo de intrapredicción de ángulo grande. El bloque de predicción incluye una pluralidad de muestras de predicción. Cada muestra de predicción se puede determinar usando el modo de intrapredicción de ángulo grande. En el bloque 910, el proceso
35 900 incluye modificar una muestra de predicción de la pluralidad de muestras de predicción del bloque de predicción para generar una muestra de predicción modificada usando la combinación de intrapredicción dependiente de la posición (PDPC). Por ejemplo, la modificación de la muestra de predicción puede incluir determinar una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande, y la
40 modificación de la muestra de predicción para generar la muestra de predicción modificada basada en la una o más muestras de referencia determinadas.

[0201] En algunos ejemplos, la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual se determinan usando un ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande con respecto a la muestra de predicción. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 7, una primera muestra de referencia de PDPC 714 (indicada como $R_{(-1,y)}$) y, en algunos casos, una segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$ se determinan a lo largo de la dirección (o ángulo) del modo de intrapredicción de ángulo grande representada por la flecha 710.

[0202] En algunos casos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual puede incluir determinar una fila que está por encima del bloque actual, determinar una coordenada x en la fila determinada, y determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia basadas en la fila determinada y la coordenada x determinada. En tales casos, la coordenada x en la fila determinada es igual a una coordenada x de la muestra de predicción más una coordenada y de la muestra de predicción más 1. Además, en algunos casos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual puede incluir determinar una fila que está por encima del bloque actual, determinar la coordenada x en la fila determinada (donde la coordenada x en la fila determinada se basa en un ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande con respecto a la muestra de predicción), y determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia basadas en la fila determinada y la coordenada x determinada. Por ejemplo, determinar la coordenada x en la fila determinada puede incluir determinar uno de una cotangente y tangente del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande, y determinar la coordenada x en la fila determinada sobre la base de una de la cotangente o tangente del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande, una coordenada x de la muestra de predicción, y una coordenada y de la muestra de predicción. En un ejemplo ilustrativo, con referencia a la FIG. 7, la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$ se determina a partir de una fila de muestras de referencia reconstruidas vecinas 708. La coordenada x de $R_{(x,-1)}$ se puede determinar como $x = x' + \tan(\beta) \times (y' + 1)$, con $\tan(\beta)$ que es la tangente del ángulo β mostrado en la FIG. 7. En tal ejemplo, la coordenada x (x) en la fila determinada (por ejemplo, fila 708 en la FIG. 7) es igual a una coordenada x de la muestra de predicción (x') más una coordenada y de la muestra de predicción (y') más 1, y también se basa en el ángulo (la tangente del ángulo β , $\tan(\beta)$) del modo de intrapredicción de ángulo grande.

[0203] En algunos casos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual puede incluir determinar una columna que está a la izquierda del bloque actual, determinar una coordenada y en la columna determinada, y determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia basadas en la columna determinada y la coordenada y determinada. En tales casos, la coordenada y en la columna determinada es igual a una coordenada y de la muestra de predicción más una coordenada x de la muestra de predicción más 1. Además, en algunos casos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual puede incluir determinar una columna que está a la izquierda del bloque actual, determinar una coordenada y en la columna determinada (donde la coordenada y en la columna determinada se basa en un ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande), y determinar una muestra de referencia de la una o más

- muestras de referencia basadas en la columna determinada y la coordenada y determinada. Por ejemplo, determinar la coordenada y en la columna determinada puede incluir determinar uno de una cotangente y tangente del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande, y determinar la coordenada y en la columna determinada sobre la base de una de la cotangente o tangente del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande, una coordenada x de la muestra de predicción, y una coordenada y de la muestra de predicción. En un ejemplo ilustrativo, con referencia a la FIG. 7, la primera muestra de referencia de PDPC 714 ($R_{(-1,y)}$) se determina a partir de una columna de muestras de referencia reconstruidas vecinas 706. La coordenada y de $R_{(-1,y)}$ se puede determinar como $y = y' + \cotan(\beta) \times (x' + 1)$, con $\cotan(\beta)$ que es la cotangente del ángulo β mostrada en la FIG. 7. En tal ejemplo, la coordenada y (y) en la columna determinada (por ejemplo, columna 706 en la FIG. 7) es igual a una coordenada y de la muestra de predicción (y') más una coordenada x de la muestra de predicción (x') más 1, y también se basa en el ángulo (la cotangente del ángulo β , $\cotan(\beta)$) del modo de intrapredicción de ángulo grande.
- 15 **[0204]** En algunas implementaciones, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande puede incluir determinar un conjunto de una o más muestras sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande, y al menos una de interpolar, redondear con desviación, o redondear sin desviación el conjunto de una o más muestras para generar la una o más muestras de referencia. Por ejemplo, con referencia a la FIG. 8, la interpolación se puede realizar en las muestras 812 para generar la muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$.
- 25 **[0205]** En algunos ejemplos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual comprende la determinación de la una o más muestras de referencia que tienen tanto una coordenada x como una coordenada y que son diferentes que una coordenada x y una coordenada y respectiva de la muestra de predicción en el bloque de predicción. Por ejemplo, como se describe con respecto a la FIG. 7, una tercera muestra de referencia de PDPC 716 (indicada como $R_{(-1,-1)}$) también se puede determinar a partir de un bloque vecino que es adyacente a la muestra superior izquierda del bloque actual 703.
- 30 **[0206]** En algunas implementaciones, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande puede incluir determinar que una o más muestras externas al bloque actual identificado sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande no se almacenan en un buffer de línea de referencia. La una o más muestras de referencia se pueden determinar sobre la base de una última muestra de referencia almacenada en el buffer de línea de referencia, basada en la una o más muestras externas al bloque actual que no se almacenan en un buffer de línea de referencia.
- 35 **[0207]** En algunos aspectos, el proceso 900 puede incluir determinar una o más ponderaciones basadas en las coordenadas x e y de la muestra de predicción. Por ejemplo, como se indicó anteriormente, Las ponderaciones de PDPC para un modo de diagonal superior derecha adyacente se puede determinar de la siguiente manera: $wT = 32 \gg ((y' \ll 1) \gg \text{desplazamiento})$
- 40

-), $w_L = 32 \gg (x' \ll 1) \gg \text{desplazamiento}$), $w_{TL} = 0$ o $w_T = 32 \gg (y' \ll 1) \gg \text{desplazamiento}$), $w_L = 0$, $w_{TL} = 0$. En otro ejemplo, como se indicó anteriormente, las ponderaciones de PDPC para un modo de diagonal inferior izquierda adyacente se puede determinar de la siguiente manera: $w_L = 32 \gg (x' \ll 1) \gg \text{desplazamiento}$), $w_T = 32 \gg (y' \ll 1) \gg \text{desplazamiento}$), $w_{TL} = 0$ o $w_L = 32 \gg (x' \ll 1) \gg \text{desplazamiento}$), $w_T = 0$, $w_{TL} = 0$. La una o más ponderaciones determinadas se puede usar para modificar la muestra de predicción junto con la una o más muestras de referencia. Por ejemplo, la muestra de predicción modificada se puede generar sobre la base de la una o más muestras de referencia determinadas, la una o más ponderaciones determinadas, y la muestra de predicción (por ejemplo, usando Ecuación 1 anterior).
- 10 **[0208]** En algunos ejemplos, la modificación de la muestra de predicción de la pluralidad de muestras de predicción del bloque de predicción puede incluir modificar una primera muestra de predicción del bloque de predicción. Por ejemplo, la una o más muestras de referencia puede incluir un primer conjunto de una o más muestras de referencia, y el proceso 900 puede incluir determinar, para una segunda muestra de predicción del bloque de predicción, que al menos una muestra de referencia de un segundo conjunto de una o más muestras de referencia para la segunda muestra de predicción no se almacenan en un buffer de línea de referencia. En algunos casos, la PDPC puede no aplicarse a la segunda muestra de predicción sobre la base de la determinación, para la segunda muestra de predicción, de que la al menos una muestra de referencia del segundo conjunto de una o más muestras de referencia para la segunda muestra de predicción no se almacena en un buffer de línea de referencia. En algunos casos, la PDPC se puede aplicar a la segunda muestra de predicción usando solo muestras de referencia disponibles en el buffer de línea de referencia basado en la determinación, para la segunda muestra de predicción, que la al menos una muestra de referencia del segundo conjunto de una o más muestras de referencia para la segunda muestra de predicción no se almacenan en un buffer de línea de referencia.
- 25 **[0209]** En el bloque 912, el proceso 900 incluye reconstruir una muestra del bloque actual basada en la muestra de predicción modificada y un valor residual. Por ejemplo, como se describió anteriormente, un dispositivo para la decodificación de datos de video puede determinar un valor residual de un bloque residual basado en la información recibida y puede añadir los valores residuales del bloque residual a las muestras de predicción del bloque de predicción para reconstruir el bloque actual. El dispositivo para decodificar datos de video puede recibir la información del valor residual (por ejemplo, coeficientes para bloques de transformación residual en el flujo de bits) y puede reconstruir la muestra mediante la adición del valor residual a la muestra de predicción modificada (modificada usando PDPC) para reconstruir la muestra en el bloque actual.
- 35 **[0210]** La FIG. 10 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un proceso 1000 de codificación de datos de video usando una o más de las técnicas descritas en la presente. En el bloque 1002, el proceso 1000 incluye obtener un bloque actual de datos de video. En un ejemplo ilustrativo, el bloque actual de datos de video puede incluir el bloque 703 de datos de video mostrado en la FIG. 7. En otro ejemplo ilustrativo, el bloque actual de datos de video puede incluir el bloque 803 de datos de video mostrado en la FIG. 8.
- 40

- [0211] En el bloque 1004, el proceso 1000 incluye determinar un tamaño del bloque actual. En algunos casos, la determinación del tamaño del bloque actual puede incluir determinar un ancho del bloque y una altura del bloque de diferentes tamaños, lo que indica que el bloque es un bloque rectangular. En algunos casos, la determinación del tamaño del bloque actual puede
- 5 incluir determinar un ángulo o dirección de una diagonal del bloque actual (por ejemplo, la dirección diagonal de una esquina inferior izquierda del bloque actual a una esquina superior derecha del bloque actual o la dirección diagonal de una esquina superior izquierda del bloque actual a una esquina inferior derecha del bloque actual). En algunos casos, a relación del tamaño de bloque del bloque actual se puede usar para determinar la dirección diagonal (por ejemplo,
- 10 usando el teorema de Pitágoras - $distancia_{diagonal} = \sqrt{longitud^2 + ancho^2}$). Como se indicó anteriormente, la dirección diagonal (por ejemplo, de abajo a la izquierda a arriba a la derecha o de arriba a la izquierda a abajo a la derecha) se puede usar para determinar el rango permitido de las direcciones de predicción (o ángulos).
- [0212] En el bloque 1006, el proceso 1000 incluye determinar, sobre la base del tamaño del
- 15 bloque actual, un modo de intrapredicción de ángulo grande para usar para el bloque actual. El modo de intrapredicción de ángulo grande no es un modo de intrapredicción DC, plano, horizontal, o vertical. Por ejemplo, el ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande puede ser menor que -135 grados (por ejemplo, modos -1, -2, -3, a -14 mostrados en la FIG. 6) o mayores que 45 grados (por ejemplo, modos 67, 68, 69, a 80 mostrados en la FIG. 6) con
- 20 respecto a la muestra de predicción (por ejemplo, con respecto a una dirección vertical de la muestra de predicción).
- [0213] A modo de ejemplo de implementación del bloque 1006, un dispositivo de codificación (por ejemplo, un dispositivo para codificar datos de video) puede determinar que un modo de intrapredicción de ángulo grande se puede usar para el bloque actual sobre la base del tamaño
- 25 del bloque actual. Por ejemplo, un modo de intrapredicción de ángulo grande se puede usar cuando se determina que el bloque actual es un bloque rectangular (el ancho y la altura son de diferentes tamaños). En algunos casos, cualquier modo de intrapredicción que tiene una dirección (o ángulo) que no excede la diagonal del bloque actual (desde una esquina inferior izquierda a una esquina superior derecha del bloque o de una esquina superior izquierda a una
- 30 esquina inferior derecha del bloque) se puede seleccionar para usar en la predicción del bloque actual. En algunos casos, las relaciones del tamaño de bloque se pueden usar para determinar el modo de intrapredicción para usar. Por ejemplo, la relación del tamaño de bloque de un bloque rectangular se puede usar para determinar la dirección diagonal (por ejemplo, de inferior izquierda a superior derecha), y, por lo tanto, el rango permitido de direcciones de predicción.
- 35 El modo de intrapredicción que minimiza el residuo entre el bloque de predicción y el bloque para codificar (por ejemplo, basado en una Suma de Errores Absolutos (SAE), Suma de Diferencias Absolutas (SAD), Suma de Diferencias Absolutas Transformadas (SATD), u otra medida de similitud) se puede seleccionar para usar en el bloque actual. Usando SAE como un ejemplo ilustrativo, la SAE para cada predicción determinada usando cada uno de los modos de
- 40 intrapredicción indica la magnitud del error de predicción. El modo de intrapredicción que tiene la mejor coincidencia con el bloque actual real está dado por el modo de intrapredicción que da

la SAE más pequeña. Por ejemplo, el proceso 900 puede seleccionar el modo de intrapredicción de ángulo grande basado en el análisis SAE, que puede indicar el modo de intrapredicción de ángulo grande como el mejor modo basado en que el bloque actual es rectangular.

5 **[0214]** En el bloque 1008, el proceso 1000 incluye determinar un bloque de predicción para el bloque actual usando el modo de intrapredicción de ángulo grande. El bloque de predicción incluye una pluralidad de muestras de predicción. El bloque de predicción incluye una pluralidad de muestras de predicción. Cada muestra de predicción se puede determinar usando el modo de intrapredicción de ángulo grande. En el bloque 1010, el proceso 1000 incluye modificar una muestra de predicción de la pluralidad de muestras de predicción del bloque de predicción para
10 generar una muestra de predicción modificada usando la combinación de intrapredicción dependiente de la posición (PDPC). Por ejemplo, la modificación de la muestra de predicción puede incluir determinar una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande, y la modificación de la muestra de predicción para generar la muestra de predicción modificada basada en la una o más muestras de referencia determinadas.
15

20 **[0215]** En algunos ejemplos, la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual se determinan usando un ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande con respecto a la muestra de predicción. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 7, una primera muestra de referencia de PDPC 714 (indicada como $R_{(-1,y)}$) y, en algunos casos, una segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$ se determinan a lo largo de la dirección (o ángulo) del modo de intrapredicción de ángulo grande representado por la flecha 710.

25 **[0216]** En algunos casos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual puede incluir determinar una fila que está por encima del bloque actual, determinar una coordenada x en la fila determinada, y determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia basadas en la fila determinada y la coordenada x determinada. En tales casos, la coordenada x en la fila determinada es igual a una coordenada x de la muestra de predicción más una coordenada y de la muestra de predicción más 1. Además, en algunos casos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual puede incluir determinar una fila que está por encima del bloque
30 actual, determinar la coordenada x en la fila determinada (donde la coordenada x en la fila determinada se basa en un ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande con respecto a la muestra de predicción), y determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia basadas en la fila determinada y la coordenada x determinada. Por ejemplo, determinar la coordenada x en la fila determinada puede incluir determinar uno de una cotangente y tangente del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande, y determinar la coordenada x en la fila determinada sobre la base de una de la cotangente o tangente del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande, una coordenada x de la muestra de predicción, y una coordenada y de la muestra de predicción. En un ejemplo ilustrativo, con referencia a la FIG. 7, la segunda muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$ se determina a partir de una fila de muestras de referencia reconstruidas vecinas 708. La coordenada x de $R_{(x,-1)}$ se puede
35 determinar como $x = x' + \tan(\beta) \times (y' + 1)$, con $\tan(\beta)$ que es la tangente del ángulo β mostrada
40

en la FIG. 7. En tal ejemplo, la coordenada x (x) en la fila determinada (por ejemplo, fila 708 en la FIG. 7) es igual a una coordenada x de la muestra de predicción (x') más una coordenada y de la muestra de predicción (y') más 1, y también se basa en el ángulo (la tangente del ángulo β , $\tan(\beta)$) del modo de intrapredicción de ángulo grande.

- 5 **[0217]** En algunos casos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual puede incluir determinar una columna que está a la izquierda del bloque actual, determinar una coordenada y en la columna determinada, y determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia basadas en la columna determinada y la coordenada y determinada. En tales casos, la coordenada y en la columna determinada es igual a una coordenada y de la muestra de predicción más una coordenada x de la muestra de predicción más 1. Además, en algunos casos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual puede incluir determinar una columna que está a la izquierda del bloque actual, determinar una coordenada y en la columna determinada (donde la coordenada y en la columna determinada se basa en un ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande), y determinar una muestra de referencia de la una o más muestras de referencia basadas en la columna determinada y la coordenada y determinada. Por ejemplo, determinar la coordenada y en la columna determinada puede incluir determinar uno de una cotangente y tangente del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande, y determinar la coordenada y en la columna determinada sobre la base de una de la cotangente o tangente del ángulo del modo de intrapredicción de ángulo grande, una coordenada x de la muestra de predicción, y una coordenada y de la muestra de predicción. En un ejemplo ilustrativo, con referencia a la FIG. 7, la primera muestra de referencia de PDPC 714 ($R_{(-1,y)}$) se determina a partir de una columna de muestras de referencia reconstruidas vecinas 706. La coordenada y de $R_{(-1,y)}$ se puede determinar como $y = y' + \cotan(\beta) \times (x' + 1)$, con $\cotan(\beta)$ que es la cotangente del ángulo β mostrada en la FIG. 7. En tal ejemplo, la coordenada y (y) en la columna determinada (por ejemplo, columna 706 en la FIG. 7) es igual a una coordenada y de la muestra de predicción (y') más una coordenada x de la muestra de predicción (x') más 1, y también se basa en el ángulo (la cotangente del ángulo β , $\cotan(\beta)$) del modo de intrapredicción de ángulo grande.
- 20 **[0218]** En algunas implementaciones, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande puede incluir determinar un conjunto de una o más muestras sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande, y al menos una de interpolar, redondear con desviación, o redondear sin desviación el conjunto de una o más muestras para generar la una o más muestras de referencia. Por ejemplo, con referencia a la FIG. 8, la interpolación se puede realizar en las muestras 812 para generar la muestra de referencia de PDPC $R_{(x,-1)}$.

- 40 **[0219]** En algunos ejemplos, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual comprende la determinación de la una o más muestras de referencia que tienen tanto una coordenada x como una coordenada y que son diferentes que una coordenada x y una coordenada y respectiva de la muestra de predicción en el bloque de predicción. Por ejemplo, como se describe con respecto a FIG. 7, una tercera muestra de

referencia de PDPC 716 (indicada como $R_{(-1,-1)}$) también se puede determinar a partir de a bloque vecino que es adyacente a la muestra superior izquierda del bloque actual 703.

5 [0220] En algunas implementaciones, la determinación de la una o más muestras de referencia que son externas al bloque actual sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande puede incluir determinar que una o más muestras externas al bloque actual identificado sobre la base del modo de intrapredicción de ángulo grande no se almacenan en un buffer de línea de referencia. La una o más muestras de referencia se pueden determinar sobre la base de una última muestra de referencia almacenada en el buffer de línea de referencia, sobre la base de la una o más muestras externas al bloque actual que no se almacenan en un buffer de línea de referencia.

10 [0221] En algunos aspectos, el proceso 900 puede incluir determinar una o más ponderaciones basadas en las coordenadas x e y de la muestra de predicción. Por ejemplo, como se indicó anteriormente, Las ponderaciones de PDPC para un modo de diagonal superior derecha adyacente se puede determinar de la siguiente manera: $wT = 32 \gg ((y' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $wL = 32 \gg ((x' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $wTL = 0$ o $wT = 32 \gg ((y' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $wL = 0$, $wTL = 0$. En otro ejemplo, como se indicó anteriormente, Las ponderaciones de PDPC para un modo de diagonal inferior izquierda adyacente se puede determinar de la siguiente manera: $wL = 32 \gg ((x' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $wT = 32 \gg ((y' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $wTL = 0$ o $wL = 32 \gg ((x' < 1) \gg \text{desplazamiento})$, $wT = 0$, $wTL = 0$. La una o más ponderaciones determinadas se puede usar para modificar la muestra de predicción junto con la una o más muestras de referencia. Por ejemplo, la muestra de predicción modificada se puede generar sobre la base de la una o más muestras de referencia determinadas, la una o más ponderaciones determinadas, y la muestra de predicción (por ejemplo, usando la Ecuación 1 anterior).

25 [0222] En algunos ejemplos, la modificación de la muestra de predicción de la pluralidad de muestras de predicción del bloque de predicción puede incluir modificar una primera muestra de predicción del bloque de predicción. Por ejemplo, la una o más muestras de referencia puede incluir un primer conjunto de una o más muestras de referencia, y el proceso 900 puede incluir determinar, para una segunda muestra de predicción del bloque de predicción, que al menos una muestra de referencia de un segundo conjunto de una o más muestras de referencia para la segunda muestra de predicción no se almacenan en un buffer de línea de referencia. En algunos casos, la PDPC puede no aplicarse a la segunda muestra de predicción sobre la base de la determinación, para la segunda muestra de predicción, de que la al menos una muestra de referencia del segundo conjunto de una o más muestras de referencia para la segunda muestra de predicción no se almacenan en un buffer de línea de referencia. En algunos casos, la PDPC se puede aplicar a la segunda muestra de predicción usando solo muestras de referencia disponibles en el buffer de línea de referencia sobre la base de la determinación, para la segunda muestra de predicción, de que la al menos una muestra de referencia del segundo conjunto de una o más muestras de referencia para la segunda muestra de predicción no se almacenan en un buffer de línea de referencia.

40 [0223] En el bloque 1012, el proceso 1000 incluye determinar un valor residual para un bloque

- residual basado en la muestra de predicción modificada y un valor de la muestra en el bloque actual. Por ejemplo, el valor residual puede incluir una diferencia (o error) entre la muestra de predicción modificada y el valor de la muestra en el bloque actual. Un bloque de transformación (por ejemplo, a TU, TB, o similares) con valores residuales y/o coeficientes de transformación se puede generar sobre la base de uno o más valores residuales determinados para el bloque actual. Por ejemplo, los datos residuales se pueden transformar a partir del dominio de píxeles a un dominio de transformación, que produce coeficientes de transformación residuales. Los coeficientes de transformación residuales se pueden cuantificar, y en algunos casos, se puede aplicar la codificación por entropía a los coeficientes de transformación cuantificados. En el bloque 1014, el proceso 1000 incluye señalar la información indicativa del valor residual. La información puede incluir un bloque de transformación residual (que se puede codificar por entropía), coeficientes de transformación residuales, coeficientes de transformación cuantificados residuales, o coeficientes de transformación cuantificados residuales codificados por entropía.
- 5
- 10
- 15 **[0224]** En algunos ejemplos, los procesos 900 y 1000 se puede realizar mediante un dispositivo o un aparato de computación. Por ejemplo, el proceso 900 se puede realizar mediante el decodificador de video 30, o mediante un dispositivo o aparato (por ejemplo, una cámara, una computadora, un dispositivo móvil, un dispositivo receptor de transmisión o un decodificador) para decodificar datos de video que incluye el decodificador de video 30. En otro ejemplo, el
- 20 proceso 1000 se puede realizar mediante el codificador de video 22, o mediante un dispositivo o aparato (por ejemplo, una cámara, una computadora, un dispositivo móvil, un dispositivo receptor de transmisión o un decodificador) para codificar datos de video que incluye el codificador de video 22. En algunos casos, el dispositivo o aparato de computación puede incluir un procesador, microprocesador, microcomputadora u otro componente de un dispositivo que
- 25 está configurado para llevar a cabo las etapas de uno o ambos procesos 900 y 1000. En algunos ejemplos, el dispositivo o aparato de computación puede incluir uno o más componentes, tal como una o más cámaras para capturar una o más imágenes, un dispositivo de entrada (por ejemplo, una interfaz de pantalla táctil, un teclado, un mouse u otro dispositivo de entrada), un dispositivo de salida (por ejemplo, una pantalla para mostrar el bloque actual, una o más
- 30 imágenes, notificaciones y/u otros datos visualizables, un altavoz para emitir audio u otro dispositivo de salida), cualquier combinación de estos u otro componente adecuado. En algunos ejemplos, el dispositivo de computación puede incluir una computadora de escritorio, una computadora portátil (es decir, una laptop), una tableta, un decodificador, un teléfono tal como un teléfono llamado "inteligente", una televisión, un cámara, un dispositivo de visualización, un
- 35 reproductor de medios digitales, una consola de videojuegos, un dispositivo de transmisión de video, un dispositivo portátil o similar, u otro dispositivo con uno o más componentes. En algunos casos, el dispositivo de computación puede incluir un códec de video. En algunos ejemplos, algunos de los uno o más componentes pueden estar separados del dispositivo de computación, en cuyo caso el dispositivo de computación recibe los datos o transmite los datos.
- 40 El dispositivo de computación puede incluir además una interfaz de red configurada para comunicar datos. La interfaz de red puede configurarse para comunicar datos basados en el Protocolo de Internet (IP) u otros datos de red adecuados.

- [0225] Los componentes del dispositivo de computación (por ejemplo, uno o más procesadores, uno o más microprocesadores, uno o más microcomputadoras y/u otro componente) se pueden implementar en circuitos. Por ejemplo, los componentes pueden incluir y/o se pueden implementar usando circuitos electrónicos u otro hardware electrónico, que
- 5 puede incluir uno o más circuitos electrónicos programables (por ejemplo, microprocesadores, unidades de procesamiento de gráficos (GPU), procesadores de señales digitales (DSP), unidades de procesamiento central (CPU) y/u otros circuitos electrónicos adecuados), y/o pueden incluir y/o implementarse usando software de computadora, firmware o cualquier combinación de estos, para realizar las diversas operaciones descritas en la presente.
- 10 [0226] Los procesos 900 y 1000 se ilustran como un diagrama de flujo lógico, cuya operación representa una secuencia de operaciones que se pueden implementar en hardware, instrucciones de computadora o una combinación de estos. En el contexto de las instrucciones de computadora, las operaciones representan instrucciones ejecutables por computadora almacenadas en uno o más medios de almacenamiento legibles por computadora que, cuando
- 15 son ejecutadas por uno o más procesadores, realizan las operaciones mencionadas. Generalmente, las instrucciones ejecutables por computadora incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos y similares que realizan funciones particulares o implementan tipos de datos particulares. El orden en el que se describen las operaciones no se debe interpretar como una limitación, y cualquier número de las operaciones descritas se puede
- 20 combinar en cualquier orden y/o en paralelo para implementar los procesos.
- [0227] Además, los procesos 900 y 1000 se pueden realizar bajo el control de uno o más sistemas de computadora configurados con instrucciones ejecutables y se pueden implementar como código (por ejemplo, instrucciones ejecutables, uno o más programas informáticos, o una
- 25 o más aplicaciones) que se ejecutan colectivamente en uno o más procesadores, por hardware, o combinaciones de estos. Como se indicó anteriormente, el código se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por computadora o legible por máquina, por ejemplo, en forma de un programa de computadora que comprende una pluralidad de instrucciones ejecutables por uno o más procesadores. El medio de almacenamiento legible por computadora o legible por máquina puede ser no transitorio.
- 30 [0228] La FIG. 11 es un diagrama de bloques que ilustra un codificador de video 22 de ejemplo que puede implementar las técnicas de esta descripción. La FIG. 11 se proporciona con fines explicativos y no se debe considerar una limitación de las técnicas como se ejemplifica y describe ampliamente en esta descripción. Las técnicas de esta divulgación pueden ser aplicables a varios métodos o estándares de codificación.
- 35 [0229] En el ejemplo de la FIG. 11, el codificador de video 22 incluye una unidad de procesamiento de predicción 100, una memoria de datos de video 101, una unidad de generación residual 102, una unidad de procesamiento de transformación 104, una unidad de cuantificación 106, una unidad de cuantificación inversa 108, una unidad de procesamiento de transformación inversa 110, una unidad de reconstrucción 112, una unidad de filtro 114, un
- 40 buffer de imagen decodificada 116 y una unidad de codificación de entropía 118. La unidad de

procesamiento de predicción 100 incluye una unidad de procesamiento de interpredicción 120 y una unidad de procesamiento de intrapredicción 126. La unidad de procesamiento de interpredicción 120 puede incluir una unidad de estimación de movimiento y una unidad de compensación de movimiento (no mostrada).

- 5 **[0230]** La memoria de datos de video 101 se puede configurar para almacenar datos de video para ser codificados por los componentes del codificador de video 22. Los datos de video almacenados en la memoria de datos de video 101 se pueden obtener, por ejemplo, de la fuente de video 18. El buffer de imagen decodificada 116 puede ser una memoria de imagen de referencia que almacena datos de video de referencia para su uso en la codificación de datos de video mediante el codificador de video 22, por ejemplo, en modos de codificación intra o inter. La memoria de datos de video 101 y el buffer de imagen decodificada 116 se pueden formar por cualquiera de una variedad de dispositivos de memoria, tales como la memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM), incluida DRAM síncrona (SDRAM), RAM magnetorresistiva (MRAM), RAM resistiva (RRAM), u otros tipos de dispositivos de memoria. La memoria de datos de video 101 y el buffer de imágenes decodificadas 116 pueden ser proporcionadas por el mismo dispositivo de memoria o dispositivos de memoria separados. En varios ejemplos, la memoria de datos de video 101 puede estar en chip con otros componentes del codificador de video 22, o fuera de chip en relación con esos componentes. La memoria de datos de video 101 puede ser la misma o parte del medio de almacenamiento 20 de la FIG. 1.
- 20 **[0231]** El codificador de video 22 recibe datos de video. El codificador de video 22 puede codificar cada CTU en un corte de una imagen de los datos de video. Cada una de las CTU se puede asociar con CTB de luma de igual tamaño y CTB correspondientes de la imagen. Como parte de la codificación de una CTU, la unidad de procesamiento de predicción 100 puede realizar particiones para dividir las CTB de la CTU en bloques progresivamente más pequeños. Los bloques más pequeños pueden ser bloques de codificación de CU. Por ejemplo, la unidad de procesamiento de predicciones 100 puede dividir una CTB asociada con una CTU de acuerdo con una estructura de árbol. De acuerdo con una o más técnicas de esta descripción, para cada nodo no hoja respectivo de la estructura de árbol en cada nivel de profundidad de la estructura de árbol, hay una pluralidad de patrones de división permitidos para el nodo no hoja respectivo y el bloque de video correspondiente al nodo no hoja respectivo se divide en bloques de video correspondientes a los nodos hijos del nodo no hoja respectivo de acuerdo con uno de la pluralidad de patrones de división permitidos. En un ejemplo, la unidad de procesamiento de predicción 100 u otra unidad de procesamiento del codificador de video 22 se puede configurare para realizar cualquier combinación de las técnicas descritas en la presente.
- 35 **[0232]** El codificador de video 22 puede codificar las CU de una CTU para generar representaciones codificadas de las CU (es decir, CU codificadas). Como parte de la codificación de una CU, la unidad de procesamiento de predicción 100 puede dividir los bloques de codificación asociados con la CU entre una o más PU de la CU. De acuerdo con las técnicas de esta descripción, una CU solo puede incluir una PU única. Es decir, en algunos ejemplos de esta divulgación, una CU no se divide en bloques de predicción separados, sino que se realiza un proceso de predicción en la CU entera. Por lo tanto, cada CU se puede asociar con un bloque de
- 40

predicción de luma y los correspondientes bloques de predicción de croma. El codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden soportar CU que tienen varios tamaños. Como se indicó anteriormente, el tamaño de una CU se puede referir al tamaño del bloque de codificación de luma de la CU y también al tamaño de un bloque de predicción de luma. Como
5 se discutió anteriormente, el codificador de video 22 y el decodificador de video 30 pueden soportar tamaños de CU definidos por cualquier combinación de las técnicas de partición de ejemplo descritas en la presente.

[0233] La unidad 120 de procesamiento de interpredicción puede generar datos predictivos para una PU mediante la realización de la interpredicción en cada PU de una CU. Como se explica
10 en la presente, en algunos ejemplos de esta divulgación, una CU puede contener solo una PU única, es decir, la CU y la PU pueden ser sinónimos. Los datos predictivos para la PU pueden incluir bloques predictivos de la PU e información de movimiento para la PU. La unidad de procesamiento de interpredicción 120 puede realizar diferentes operaciones para una PU o una
15 CU de acuerdo con si la PU está en un corte I, un corte P o un corte B. En un corte I, todas las UPP son intra predichas. Por tanto, si la PU está en un corte I, la unidad de procesamiento de interpredicción 120 no realiza la interpredicción en la PU. Por tanto, para los bloques codificados en modo I, el bloque predicho se forma utilizando la predicción espacial de bloques vecinos codificados previamente dentro del mismo cuadro. Si una PU está en un corte P, la unidad de
20 procesamiento de interpredicción 120 puede utilizar la interpredicción unidireccional para generar un bloque predictivo de la PU. Si una PU está en un corte B, la unidad de procesamiento de interpredicción 120 puede utilizar la interpredicción unidireccional o bidireccional para generar un bloque predictivo de la PU.

[0234] La unidad de procesamiento de intrapredicción 126 puede generar datos predictivos para una PU mediante la realización de una intra predicción en la PU. Los datos predictivos para
25 la PU pueden incluir bloques predictivos de la PU y varios elementos de sintaxis. La unidad de procesamiento de intrapredicción 126 puede realizar intrapredicción en PU en cortes I, cortes P y cortes B.

[0235] Para realizar una intrapredicción en una PU, la unidad de procesamiento de intrapredicción 126 puede usar múltiples modos de intrapredicción para generar múltiples
30 conjuntos de datos predictivos para la PU. La unidad de procesamiento de intrapredicción 126 puede usar muestras de bloques de muestra de PU vecinas para generar un bloque predictivo para una PU. Las PU vecinas pueden estar arriba, arriba y a la derecha, arriba y a la izquierda, o a la izquierda de la PU, asumiendo un orden de codificación de izquierda a derecha, de arriba a abajo para las PU, CU y CTU. La unidad de procesamiento de intrapredicción 126 puede usar
35 varios números de modos de intrapredicción, por ejemplo, 33 modos de intrapredicción direccionales. En algunos ejemplos, el número de modos de intrapredicción puede depender del tamaño de la región asociada con la PU.

[0236] En un ejemplo, la unidad de procesamiento de intrapredicción 126 se puede configurare para implementar técnicas de la divulgación. En otros ejemplos, se pueden configurar otras
40 unidades o módulos para implementar todas o algunas de las técnicas de la divulgación.

- 5 **[0237]** La unidad de procesamiento de predicción 100 puede seleccionar los datos predictivos para las PU de una CU entre los datos predictivos generados por la unidad de procesamiento de interpredicción 120 para las PU o los datos predictivos generados por la unidad de procesamiento de intrapredicción 126 para las PU. En algunos ejemplos, la unidad de procesamiento de predicción 100 selecciona los datos predictivos para las PU de la CU sobre la base de métricas de tasa/ distorsión de los conjuntos de datos predictivos. Los bloques predictivos de los datos predictivos seleccionados se pueden denominar en la presente bloques predictivos seleccionados.
- 10 **[0238]** La unidad de generación residual 102 puede generar, sobre la base de los bloques de codificación (por ejemplo, bloques de codificación luma, Cb y Cr) para una CU y los bloques predictivos seleccionados (por ejemplo, bloques predictivos luma, Cb y Cr) para las PU de la CU, bloques residuales (por ejemplo, bloques residuales luma, Cb y Cr) para la CU. Por ejemplo, la unidad de generación residual 102 puede generar los bloques residuales de la CU de modo que cada muestra en los bloques residuales tenga un valor igual a una diferencia entre una muestra en un bloque de codificación de la CU y una muestra correspondiente en un bloque predictivo seleccionado correspondiente de una PU de la CU.
- 15 **[0239]** La unidad de procesamiento de transformación 104 puede realizar particiones de árbol cuádruple para dividir los bloques residuales asociados con una CU en bloques de transformación asociados con las TU de la CU. Por tanto, una TU se puede asociar con un bloque de transformación luma y dos bloques de transformación croma. Los tamaños y posiciones de los bloques de transformación luma y croma de las TU de una CU se pueden basar o no en los tamaños y posiciones de los bloques de predicción de las PU de la CU. Una estructura de árbol cuádruple conocida como “árbol cuádruple residual” (RQT) puede incluir nodos asociados con cada una de las regiones. Las TU de una CU pueden corresponder a los nodos hoja del RQT. En otros ejemplos, la unidad de procesamiento de transformación 104 se puede configurar para dividir las TU de acuerdo con las técnicas de división descritas en la presente. Por ejemplo, el codificador de video 22 no puede dividir más CU en TU usando una estructura RQT. Como tal, en un ejemplo, una CU incluye una TU única.
- 20 **[0240]** La unidad de procesamiento de transformación 104 puede generar bloques de coeficientes de transformación para cada TU de una CU mediante la aplicación de una o más transformaciones a los bloques de transformación de la TU. La unidad de procesamiento de transformación 104 puede aplicar varias transformaciones a un bloque de transformación asociado con una TU. Por ejemplo, la unidad de procesamiento de transformación 104 puede aplicar una transformación de coseno discreta (DCT), una transformación direccional o una transformación conceptualmente similar a un bloque de transformación. En algunos ejemplos, la unidad de procesamiento de transformación 104 no aplica transformaciones a un bloque de transformación. En tales ejemplos, el bloque de transformación se puede tratar como un bloque de coeficiente de transformación.
- 25 **[0241]** La unidad de cuantificación 106 puede cuantificar los coeficientes de transformación en un bloque de coeficientes. El proceso de cuantificación puede reducir la profundidad de bits
- 30
- 35
- 40

- asociada con algunos o todos los coeficientes de transformación. Por ejemplo, un coeficiente de transformación de n bits se puede redondear hacia abajo a un coeficiente de transformación de m bits durante la cuantificación, donde n es mayor que m . La unidad de cuantificación 106 puede cuantificar un bloque de coeficientes asociado con una TU de una CU sobre la base de un valor de parámetro de cuantificación (QP) asociado con la CU. El codificador de video 22 puede ajustar el grado de cuantificación aplicado a los bloques de coeficientes asociados con una CU mediante el ajuste del valor de QP asociado con la CU. La cuantificación puede introducir pérdida de información. Por tanto, los coeficientes de transformación cuantificados pueden tener una precisión menor que los originales.
- 5 [0242] La unidad de cuantificación inversa 108 y la unidad de procesamiento de transformación inversa 110 pueden aplicar cuantificación inversa y transformaciones inversas a un bloque de coeficientes, respectivamente, para reconstruir un bloque residual a partir del bloque de coeficientes. La unidad de reconstrucción 112 puede añadir el bloque residual reconstruido a las muestras correspondientes de uno o más bloques predictivos generados por la unidad de procesamiento de predicción 100 para producir un bloque de transformación reconstruido asociado con una TU. Mediante la reconstrucción de los bloques de transformación para cada TU de una CU de esta manera, el codificador de video 22 puede reconstruir los bloques de codificación de la CU.
- 15 [0243] La unidad de filtro 114 puede realizar una o más operaciones de desbloqueo para reducir los artefactos de bloqueo en los bloques de codificación asociados con una CU. El buffer de imagen decodificada 116 puede almacenar los bloques de codificación reconstruidos después de que la unidad de filtro 114 realice una o más operaciones de desbloqueo en los bloques de codificación reconstruidos. La unidad de procesamiento de interpredicción 120 puede usar una imagen de referencia que contiene los bloques de codificación reconstruidos para realizar la predicción entre PU de otras imágenes. Además, la unidad de procesamiento de intrapredicción 126 puede usar bloques de codificación reconstruidos en el buffer de imagen decodificada 116 para realizar intrapredicción en otras PU en la misma imagen que la CU.
- 20 [0244] La unidad de codificación de entropía 118 puede recibir datos de otros componentes funcionales del codificador de video 22. Por ejemplo, la unidad de codificación de entropía 118 puede recibir bloques de coeficientes de la unidad de cuantificación 106 y puede recibir elementos de sintaxis de la unidad de procesamiento de predicción 100. La unidad de codificación de entropía 118 puede realizar una o más operaciones de codificación de entropía en los datos para generar datos codificados por entropía. Por ejemplo, la unidad 118 de codificación de entropía puede realizar una operación CABAC, una operación de codificación de longitud variable adaptativa al contexto (CAVLC), una operación de codificación de longitud variable a variable (V2V), una codificación aritmética binaria adaptativa al contexto basada en sintaxis (SBAC), una operación de codificación de entropía de partición de intervalo de probabilidad (PIPE), una operación de codificación de Golomb exponencial u otro tipo de operación de codificación de entropía en los datos. El codificador de video 22 puede generar un flujo de bits que incluye datos codificados por entropía generados por la unidad de codificación de entropía 118. Por ejemplo, el flujo de bits puede incluir datos que representan la estructura
- 30
- 35
- 40

de partición para una CU según las técnicas de esta descripción.

5 [0245] La FIG 12 es un diagrama de bloques que ilustra un decodificador de video 30 de ejemplo que está configurado para implementar las técnicas de esta descripción. La FIG 12 se proporciona con fines explicativos y no se limita a las técnicas que se ejemplifican y describen ampliamente en esta descripción. A efectos de explicación, esta divulgación describe el decodificador de video 30 en el contexto de la codificación HEVC. Sin embargo, las técnicas de esta divulgación pueden ser aplicables a otros métodos o estándares de codificación.

10 [0246] En el ejemplo de la FIG. 12, el decodificador de video 30 incluye una unidad de decodificación de entropía 150, una memoria de datos de video 151, una unidad de procesamiento de predicción 152, una unidad de cuantificación inversa 154, una unidad de procesamiento de transformación inversa 156, una unidad de reconstrucción 158, una unidad de filtro 160 y un buffer de imagen decodificada 162. La unidad de procesamiento de predicción 152 incluye una unidad de compensación de movimiento 164 y una unidad de procesamiento de intrapredicción 166. En otros ejemplos, el decodificador de video 30 puede incluir más,
15 menos o diferentes componentes funcionales

[0247] La memoria de datos de video 151 puede almacenar datos de video codificados, tales como un flujo de bits de video codificado, para ser decodificados por los componentes del decodificador de video 30. Los datos de video almacenados en la memoria de datos de video 151 se pueden obtener, por ejemplo, de un medio legible por computadora 16, por ejemplo,
20 desde una fuente de video local, tal como una cámara, a través de la comunicación de datos de video en red por cable o inalámbrica, o mediante el acceso a los medios físicos de almacenamiento de datos. La memoria de datos de video 151 puede formar un buffer de imágenes codificadas (CPB) que almacena datos de video codificados de un flujo de bits de video codificado. El buffer de imagen decodificada 162 puede ser una memoria de imágenes de
25 referencia que almacena datos de video de referencia para su uso en la decodificación de datos de video por el decodificador de video 30, por ejemplo, en modos de codificación inter o intra, o para salida. La memoria de datos de video 151 y el buffer de imagen decodificada 162 pueden estar formadas por cualquiera de una variedad de dispositivos de memoria, tales como memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM), que incluye DRAM síncrona (SDRAM), RAM
30 magnetorresistiva (MRAM), RAM resistiva (RRAM), u otros tipos de dispositivos de memoria. La memoria de datos de video 151 y el buffer de imagen decodificada 162 pueden ser proporcionados por el mismo dispositivo de memoria o dispositivos de memoria separados. En varios ejemplos, la memoria de datos de video 151 puede estar en chip con otros componentes del decodificador de video 30, o fuera de chip con respecto a esos componentes. La memoria
35 de datos de video 151 puede ser la misma o parte de los medios de almacenamiento 28 de la FIG. 1.

[0248] La memoria de datos de video 151 recibe y almacena datos de video codificados (por ejemplo, unidades NAL) de un flujo de bits. La unidad de decodificación de entropía 150 puede recibir datos de video codificados (por ejemplo, unidades NAL) desde la memoria de datos de
40 video 151 y puede analizar las unidades NAL para obtener elementos de sintaxis. La unidad de

- 5 decodificación de entropía 150 puede decodificar por entropía elementos de sintaxis codificados por entropía en las unidades NAL. La unidad de procesamiento de predicción 152, la unidad de cuantificación inversa 154, la unidad de procesamiento de transformación inversa 156, la unidad de reconstrucción 158 y la unidad de filtro 160 pueden generar datos de video decodificados basados en los elementos de sintaxis extraídos del flujo de bits. La unidad de decodificación de entropía 150 puede realizar un proceso generalmente recíproco al de la unidad de codificación de entropía 118.
- 10 **[0249]** De acuerdo con algunos ejemplos de esta descripción, la unidad de decodificación de entropía 150, u otra unidad de procesamiento del decodificador de video 30, puede determinar una estructura de árbol como parte de la obtención de los elementos de sintaxis del flujo de bits. La estructura de árbol puede especificar cómo se divide un bloque de video inicial, tal como un CTB, en bloques de video más pequeños, tales como unidades de codificación. De acuerdo con una o más técnicas de esta descripción, para cada nodo no hoja respectivo de la estructura de árbol en cada nivel de profundidad de la estructura de árbol, hay una pluralidad de tipos de
- 15 partición permitidos para el nodo no hoja respectivo y el bloque de video correspondiente al nodo no hoja respectivo se divide en bloques de video correspondientes a los nodos hijos del nodo no hoja respectivo de acuerdo con uno de la pluralidad de patrones de división permitidos.
- 20 **[0250]** Además de obtener elementos de sintaxis del flujo de bits, el decodificador de video 30 puede realizar una operación de reconstrucción en una CU no particionada. Para realizar la operación de reconstrucción en una CU, el decodificador de video 30 puede realizar una operación de reconstrucción en cada TU de la CU. Al realizar la operación de reconstrucción para cada TU de la CU, el decodificador de video 30 puede reconstruir bloques residuales de la CU. Como se analizó anteriormente, en un ejemplo de la descripción, una CU incluye una TU única.
- 25 **[0251]** Como parte de la realización de una operación de reconstrucción en una TU de una CU, la unidad de cuantificación inversa 154 puede cuantificar inversamente, es decir, des-cuantificar, bloques de coeficientes asociados con la TU. Después de que la unidad de cuantificación inversa 154 cuantifique inversamente un bloque de coeficientes, la unidad de procesamiento de transformación inversa 156 puede aplicar una o más transformaciones inversas al bloque de coeficientes para generar un bloque residual asociado con la TU. Por ejemplo, la unidad de
- 30 procesamiento de transformación inversa 156 puede aplicar una DCT inversa, una transformación entera inversa, una transformación Karhunen-Loeve inversa (KLT), una transformación rotacional inversa, una transformación direccional inversa u otra transformación inversa al bloque de coeficientes.
- 35 **[0252]** Si se codifica una CU o PU usando intra predicción, la unidad de procesamiento de intrapredicción 166 puede realizar intrapredicción para generar bloques predictivos de la PU. La unidad de procesamiento de intrapredicción 166 puede usar un modo de intrapredicción para generar los bloques predictivos de la PU sobre la base de las muestras de bloques espacialmente vecinos. La unidad de procesamiento de intrapredicción 166 puede determinar el modo de intrapredicción para la PU basada en uno o más elementos de sintaxis obtenidos del flujo de
- 40 bits.

- [0253] En un ejemplo, la unidad de procesamiento de intrapredicción 166 se puede configurar para implementar técnicas de la descripción. En otros ejemplos, se pueden configurar otras unidades o módulos para implementar todas o algunas de las técnicas de la descripción.
- 5 [0254] Si se codifica una PU usando inter predicción, la unidad de decodificación de entropía 150 puede determinar la información de movimiento para la PU. La unidad de compensación de movimiento 164 puede determinar, sobre la base de la información de movimiento de la PU, uno o más bloques de referencia. La unidad de compensación de movimiento 164 puede generar, sobre la base de uno o más bloques de referencia, bloques predictivos (por ejemplo, bloques predictivos de luma, Cb y Cr) para la PU. Como se discutió anteriormente, una CU puede
- 10 incluir solo una PU única. Es decir, una CU no se puede dividir en múltiples PU.
- [0255] La unidad de reconstrucción 158 puede usar bloques de transformación (por ejemplo, bloques de transformación luma, Cb y Cr) para las TU de una CU y los bloques predictivos (por ejemplo, bloques luma, Cb y Cr) de las PU de la CU, es decir, ya sea datos de intrapredicción o datos de interpredicción, según corresponda, para reconstruir los bloques de codificación (por
- 15 ejemplo, bloques de codificación luma, Cb y Cr) para la CU. Por ejemplo, la unidad de reconstrucción 158 puede agregar muestras de los bloques de transformación (por ejemplo, bloques de transformación luma, Cb y Cr) a las muestras correspondientes de los bloques predictivos (por ejemplo, bloques predictivos luma, Cb y Cr) para reconstruir los bloques de codificación (por ejemplo, bloques de codificación luma, Cb y Cr) de la CU.
- 20 [0256] La unidad de filtro 160 puede realizar una operación de desbloqueo para reducir los artefactos de bloqueo asociados con los bloques de codificación de la CU. El decodificador de video 30 puede almacenar los bloques de codificación de la CU en el buffer de imagen decodificada 162. El buffer de imagen decodificada 162 puede proporcionar imágenes de referencia para la compensación de movimiento posterior, intra predicción y presentación en
- 25 un dispositivo de visualización, tal como el dispositivo de visualización 32 de la FIG. 1. Por ejemplo, el decodificador de video 30 puede realizar, sobre la base de los bloques en el buffer de imagen decodificada, operaciones de intrapredicción o inter predicción para las PU de otras CU.
- [0257] El decodificador de video produce una versión decodificada de la imagen actual que
- 30 incluye una versión decodificada del bloque actual. Cuando el decodificador de video es un decodificador de video configurado para emitir video decodificado visualizable, entonces el decodificador de video, por ejemplo, puede enviar la versión decodificada de la imagen actual a un dispositivo de visualización. Cuando la decodificación se realiza como parte de un bucle de decodificación de un proceso de codificación de video, entonces el decodificador de video puede
- 35 almacenar la versión decodificada de la imagen actual como una imagen de referencia para usar en la codificación de otra imagen de los datos de video.
- [0258] Se han descrito ciertos aspectos de esta descripción con respecto a extensiones del estándar HEVC con fines ilustrativos. Sin embargo, las técnicas descritas en esta descripción pueden ser útiles para otros procesos de codificación de video, incluidos otros procesos de

codificación de video estándar o patentados que aún no se han desarrollado.

- 5 **[0259]** Un codificador de video, como se describe en esta descripción, se puede referir a un codificador de video o un decodificador de video. De manera similar, una unidad de codificación de video se puede referir a un codificador de video o un decodificador de video. Asimismo, la codificación de video se puede referir a la codificación o decodificación de video, según corresponda. En esta divulgación, la frase "basado en" puede indicar basado solo en, basado al menos en parte o basado de alguna manera en. Esta descripción puede utilizar el término "unidad de video" o "bloque de video" o "bloque" para referirse a uno o más bloques de muestra y estructuras de sintaxis utilizadas para codificar muestras de uno o más bloques de muestras.
- 10 Los tipos de ejemplo de unidades de video pueden incluir CTU, CU, PU, unidades de transformación (TU), macrobloques, particiones de macrobloque, etc. En algunos contextos, la discusión de las PU se puede intercambiar con la discusión de macrobloques o particiones de macrobloque. Los tipos de ejemplo de bloques de video pueden incluir bloques de árbol de codificación, bloques de codificación y otros tipos de bloques de datos de video.
- 15 **[0260]** 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, tales como transmisiones de televisión por aire, transmisiones de televisión por cable, transmisiones de televisión por satélite, transmisiones de video streaming por Internet, tales como streaming dinámica adaptativa sobre 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 se puede configurar para soportar transmisión de video unidireccional o bidireccional para soportar aplicaciones tales como streaming de video, reproducción de video, transmisión de video y/o videotelefonía.
- 20 **[0261]** Como se usa en la presente, el término "medio legible por computadora" incluye, pero no se limita a, dispositivos de almacenamiento portátiles o no portátiles, dispositivos de almacenamiento óptico y varios otros medios capaces de almacenar, contener o llevar instrucciones y/o datos. Un medio legible por computadora puede incluir un medio no transitorio en el que se pueden almacenar datos y que no incluye ondas portadoras y/o señales electrónicas transitorias que se propagan de forma inalámbrica o por conexiones cableadas. Los ejemplos de un medio no transitorio pueden incluir, pero no se limitan a, un disco o cinta magnéticos, medios de almacenamiento óptico tales como disco compacto (CD) o disco versátil digital (DVD), memoria flash, memoria o dispositivos de memoria. Un medio legible por computadora puede tener almacenado código y/o instrucciones ejecutables por máquina que pueden representar un procedimiento, una función, un subprograma, un programa, una rutina, una subrutina, un módulo, un paquete de software, una clase o cualquier otra combinación de instrucciones, estructuras de datos o declaraciones de programa. Un corte de código se puede acoplar a otro corte de código o un circuito de hardware mediante el paso y/o recepción de información, datos, argumentos, parámetros o contenidos de memoria. La información, argumentos, parámetros, datos, etc. se pueden pasar, reenviar o transmitir a través de cualquier medio adecuado, incluido el intercambio de memoria, paso de mensajes, paso de tokens, transmisión de red o similares.
- 35
- 40

- [0262]** En algunas formas de realización, los dispositivos, medios y memorias de almacenamiento legibles por computadora pueden incluir una señal de cable o inalámbrica que contiene un flujo de bits y similares. Sin embargo, cuando se mencionan, los medios de almacenamiento legibles por computadora no transitorios excluyen expresamente medios tales como energía, señales portadoras, ondas electromagnéticas y señales per se.
- [0263]** Se proporcionan detalles específicos en la descripción anterior para proporcionar una comprensión completa de las formas de realización y ejemplos proporcionados en la presente. Sin embargo, un experto en la técnica entenderá que las realizaciones se pueden poner en práctica sin estos detalles específicos. Para mayor claridad de explicación, en algunos casos la presente tecnología se puede presentar como que incluye bloques funcionales individuales que incluyen bloques funcionales que comprenden dispositivos, componentes de dispositivos, etapas o rutinas en un método incorporado en software, o combinaciones de hardware y software. Se pueden usar componentes adicionales distintos a los mostrados en las figuras y/o descritos en la presente. Por ejemplo, los circuitos, sistemas, redes, procesos y otros componentes se pueden mostrar como componentes en forma de diagrama de bloques para no oscurecer las realizaciones con detalles innecesarios. En otros casos, se pueden mostrar circuitos, procesos, algoritmos, estructuras y técnicas bien conocidos sin detalles innecesarios para evitar oscurecer las formas de realización.
- [0264]** Las formas de realización individuales se pueden describir anteriormente como un proceso o método que se representa como un organigrama, un diagrama de flujo, un diagrama de flujo de datos, un diagrama de estructura o un diagrama de bloques. Aunque un organigrama puede describir las operaciones como un proceso secuencial, muchas de las operaciones se pueden realizar en paralelo o al mismo tiempo. Además, se puede reorganizar el orden de las operaciones. Un proceso finaliza cuando se completan sus operaciones, pero puede tener etapas adicionales no incluidas en una figura. Un proceso puede corresponder a un método, una función, un procedimiento, una subrutina, un subprograma, etc. Cuando un proceso corresponde a una función, su terminación puede corresponder a un retorno de la función a la función que llama o la función principal.
- [0265]** Los procesos y métodos de acuerdo con los ejemplos descritos anteriormente se pueden implementar usando instrucciones ejecutables por computadora que se almacenan o están disponibles de otro modo en medios legibles por computadora. Dichas instrucciones pueden incluir, por ejemplo, instrucciones y datos que provocan o configuran de otro modo una computadora de uso general, computadora de propósito especial o un dispositivo de procesamiento para realizar una determinada función o grupo de funciones. Se puede acceder a partes de los recursos informáticos utilizados a través de una red. Las instrucciones ejecutables por computadora pueden ser, por ejemplo, binarios, instrucciones de formato intermedio tales como lenguaje ensamblador, firmware, código fuente, etc. Los ejemplos de medios legibles por computadora que se pueden usarse para almacenar instrucciones, información utilizada y/o información creada durante los métodos de acuerdo con los ejemplos descritos incluyen discos magnéticos u ópticos, memoria flash, dispositivos USB provistos de memoria no volátil, dispositivos de almacenamiento en red, etc.
- [0266]** Los dispositivos que implementan procesos y métodos de acuerdo con estas divulgaciones pueden incluir hardware, software, firmware, middleware, microcódigo,

lenguajes de descripción de hardware o cualquier combinación de estos, y pueden adoptar cualquiera de una variedad de factores de forma. Cuando se implementa en software, firmware, middleware o microcódigo, el código de programa o los cortes de código para realizar las tareas necesarias (por ejemplo, un producto de programa de computadora) se pueden almacenar en un medio legible por computadora o legible por máquina. Un procesador puede realizar las tareas necesarias. Los ejemplos típicos de factores de forma incluyen computadoras portátiles, teléfonos inteligentes, teléfonos móviles, tabletas u otras computadoras personales de factor de forma pequeño, asistentes digitales personales, dispositivos de montaje en rack, dispositivos independientes, etc. La funcionalidad descrita en la presente también se puede incorporar en periféricos o tarjetas complementarias. Dicha funcionalidad también se puede implementar en una placa de circuito entre diferentes chips o diferentes procesos que se ejecutan en un dispositivo único, a modo de ejemplo adicional.

[0267] Las instrucciones, los medios para transmitir tales instrucciones, los recursos informáticos para ejecutarlas y otras estructuras para soportar dichos recursos informáticos son medios de ejemplo para proporcionar las funciones descritas en la descripción.

[0268] En la descripción anterior, los aspectos de la solicitud se describen con referencia a formas de realización específicas de la misma, pero los expertos en la técnica reconocerán que la aplicación no se limita a estos. Por lo tanto, aunque se han descrito en detalle formas de realización ilustrativas de la solicitud en la presente, se debe entender que los conceptos de la invención se pueden incorporar y emplear de diversas formas, y que se pretende que las reivindicaciones adjuntas incluyan tales variaciones, excepto que estén limitados por el estado de la técnica. Se pueden usar varias características y aspectos de la aplicación descrita anteriormente de forma individual o conjunta. Además, las formas de realización se pueden utilizar en cualquier número de entornos y aplicaciones más allá de los descritos en la presente sin apartarse del espíritu y alcance más amplios de la memoria descriptiva. Por consiguiente, la memoria descriptiva y los dibujos se deben considerar ilustrativos más que restrictivos. Con fines ilustrativos, los métodos se describieron en un orden particular. Se debe apreciar que, en formas de realización alternativas, los métodos se pueden realizar en un orden diferente al descrito.

[0269] Un experto en la materia apreciará que los símbolos o la terminología menor que (" $<$ ") y mayor que (" $>$ ") utilizados en la presente se pueden reemplazar los símbolos con menor o igual que (" $\leq$ ") y mayor o igual que (" $\geq$ "), respectivamente, sin apartarse del alcance de esta descripción.

[0270] Cuando los componentes se describen como "configurados para" realizar ciertas operaciones, dicha configuración se puede lograr, por ejemplo, mediante el diseño de los circuitos electrónicos u otro hardware para realizar la operación, mediante la programación de los circuitos electrónicos programables (por ejemplo, microprocesadores u otros circuitos electrónicos adecuados) para realizar la operación, o cualquier combinación de estos.

[0271] La frase "acoplado a" se refiere a cualquier componente que esté conectado físicamente a otro componente, ya sea directa o indirectamente, y/o cualquier componente que esté en comunicación con otro componente (por ejemplo, conectado al otro componente a través de una conexión cableada o inalámbrica, y/u otra interfaz de comunicación adecuada) ya sea directa o indirectamente.

[0272] La frase de acuerdo con la reivindicación u otra frase que menciona "al menos uno de"

un conjunto indica que un miembro del conjunto o múltiples miembros del conjunto satisfacen la reivindicación. Por ejemplo, la frase de acuerdo con la reivindicación que menciona "al menos uno de A y B" significa A, B o A y B.

5 **[0273]** Los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos en relación con las formas de realización descritas en la presente se pueden implementar como hardware electrónico, software informático, firmware o combinaciones de estos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, se han descrito anteriormente varios componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos en general en términos de su funcionalidad. Si dicha funcionalidad se implementa como hardware o
10 software depende de la aplicación particular y las restricciones de diseño impuestas al sistema general. Los profesionales expertos pueden implementar la funcionalidad descrita de diversas formas para cada aplicación particular, pero tales decisiones de implementación no se deben interpretar como una desviación del alcance de la presente solicitud.

15 **[0274]** Las técnicas descritas en la presente también se pueden implementar en hardware electrónico, software de computadora, firmware o cualquier combinación de estos. Dichas técnicas se pueden implementar en cualquiera de una variedad de dispositivos tales como computadoras de uso general, dispositivos de comunicación inalámbricos o dispositivos de circuitos integrados que tienen múltiples usos, incluida la aplicación en dispositivos de comunicación inalámbricos y otros dispositivos. Todas las características descritas como
20 módulos o componentes se pueden implementar juntas en un dispositivo lógico integrado o por separado como dispositivos lógicos discretos pero interoperables. Si se implementan en software, las técnicas se pueden realizar al menos en parte mediante un medio de almacenamiento de datos legible por computadora que comprende un código de programa que incluye instrucciones que, cuando se ejecutan, realizan uno o más de los métodos descritos
25 anteriormente. El medio de almacenamiento de datos legible por computadora puede formar parte de un producto de programa informático, que puede incluir materiales de envasado. El medio legible por computadora puede comprender memoria o medios de almacenamiento de datos, tales como memoria de acceso aleatorio (RAM), tal como memoria de acceso aleatorio dinámico síncrono (SDRAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio no
30 volátil (NVRAM), memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM), memoria FLASH, medios de almacenamiento de datos magnéticos u ópticos, y similares. Las técnicas, adicional o alternativamente, pueden ser realizadas al menos en parte por un medio de comunicación legible por computadora que lleva o comunica código de programa en forma de instrucciones o estructuras de datos y que se puede acceder, leer y/o ejecutar por una
35 computadora, tal como señales u ondas propagadas.

40 **[0275]** El código del programa puede ser ejecutado por un procesador, que puede incluir uno o más procesadores, tal como uno o más procesadores de señales digitales (DSP), microprocesadores de propósito general, circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), matrices lógicas programables en campo (FPGA), u otro circuito lógico integrado o discreto equivalente. Dicho procesador se puede configurar para realizar cualquiera de las técnicas descritas en esta descripción. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador; pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estado convencional. Un procesador también se

puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo DSP, o cualquier otra configuración de este tipo. Por consiguiente, el término "procesador", como se usa en la presente, se puede referir a

5 cualquiera de las estructuras anteriores, cualquier combinación de la estructura anterior o cualquier otra estructura o aparato adecuado para la implementación de las técnicas descritas en la presente. Además, en algunos aspectos, la funcionalidad descrita en la presente se puede proporcionar dentro de módulos de software dedicados o módulos de hardware configurados para codificar y decodificar, o incorporarse en un codificador-decodificador de video combinado

10 (CODEC).