

MEJORAS EN EL PREDICTOR DE VECTORES DE MOVIMIENTO BASADO EN EL HISTORIAL

CAMPO

[0001] La presente solicitud se refiere a la codificación y compresión de video. Por ejemplo, se describen sistemas y métodos que proporcionan mejoras en los predictores de vectores de movimiento basados en el historial.

ANTECEDENTES

[0002] Muchos dispositivos y sistemas permiten que los datos de video se procesen y se envíen para su consumo. Los datos de video digital incluyen grandes cantidades de datos para satisfacer 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 fidelidad, resoluciones, velocidades de cuadro y similares. Como resultado, la gran cantidad de datos de video que se requieren para cumplir con estas demandas supone una carga para las redes de comunicación y los dispositivos que procesan y almacenan los datos de video.

[0003] Se pueden usar varias técnicas de codificación de video para comprimir datos de video. La codificación de video se realiza de acuerdo con uno o más estándares de codificación de video. Por ejemplo, los estándares de codificación de video incluyen 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), VP9, Alliance of Open Media (AOMedia) Video 1 (AV1) o similares. La codificación de video generalmente utiliza métodos de predicción (por ejemplo, interpredicción, intrapredicción o similares) que 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 use una tasa de bits más baja, evitando o minimizando 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.

SÍNTESIS

[0004] En el presente documento se describen técnicas y sistemas para mejorar las técnicas de predicción en códecs de video. Por ejemplo, las técnicas descritas en el presente documento pueden incluir el refinamiento del vector de movimiento del lado del decodificador. En algunos ejemplos, las técnicas se pueden aplicar a cualquiera de

los códecs de video existentes, como HEVC (codificación de video de alta eficiencia) y/o VVC (codificación de video versátil), o pueden ser una herramienta de codificación eficiente en cualquier futuro estándar de codificación de video. En algunos ejemplos, las técnicas descritas se pueden utilizar en la predicción de copia intrabloque (IBC).

[0005] En algunos ejemplos, se puede realizar una predicción de vector de movimiento basada en el historial en la que se pueden obtener o predecir uno o más predictores de vector de movimiento para uno o más bloques a partir de una lista de vectores de movimiento previamente decodificados. En algunos ejemplos, una tabla de Predictor de vectores de movimiento basado en el historial (HMVP) puede incluir candidatos de HMVP que se pueden usar en diferentes tipos de modos de interpredicción, como un modo de fusión, un modo de Predicción avanzada de vectores de movimiento (AMVP) y/u otros modos de interpredicción. En algunos casos, los diferentes modos de interpredicción pueden utilizar el mismo método o métodos diferentes para seleccionar candidatos de la tabla de HMVP. En algunos ejemplos, una tabla de HMVP puede incluir candidatos de HMVP que pueden usarse en un modo IBC.

[0006] [0001] En algunos ejemplos, la selección de candidatos de HMVP de la tabla de HMVP para los diferentes modos de predicción puede basarse en un orden de selección asociado con los candidatos de HMVP. Los candidatos de HMVP pueden insertarse en la tabla de HMVP de una manera primero en entrar, primero en salir (FIFO), donde los candidatos de HMVP más antiguos o menos recientes pueden insertarse en la tabla de HMVP antes que los candidatos de HMVP más jóvenes o más recientes. En algunos ejemplos, se puede construir una lista de candidatos de combinación a partir de la tabla de HMVP para el modo de combinación seleccionando uno o más candidatos de HMVP de la tabla de HMVP en un orden de avance en donde los candidatos de HMVP más recientes se seleccionan antes que los candidatos de HMVP menos recientes. En algunos ejemplos, el candidato de HMVP más reciente en la tabla de HMVP puede tener menos correlación con un bloque actual que se predice usando el modo AMVP que un candidato de HMVP menos reciente. En algunos ejemplos, el uso de candidatos de HMVP menos recientes para la predicción del modo AMVP puede conducir a eficiencias de codificación. Por consiguiente, en algunos ejemplos, se puede construir una lista de candidatos de AMVP en el modo AMVP, seleccionando uno o más candidatos de HMVP de la tabla de HMVP en un orden inverso en donde los candidatos de HMVP menos recientes se seleccionan antes que los candidatos de HMVP más recientes.

[0007] Según al menos un ejemplo, se proporciona un método para procesar datos de video. El método incluye obtener uno o más bloques de datos de video. El método

incluye además rellenar una tabla de Predictor de vectores de movimiento basado en el historial (HMVP) con dos o más candidatos de HMVP, en la que una primera entrada de la tabla de HMVP asociada con un primer valor de índice comprende un primer candidato de HMVP y una segunda entrada de la tabla de HMVP asociada con un segundo valor de índice comprende un segundo candidato de HMVP, siendo el primer valor de índice menor que el segundo valor de índice en un orden de índice. El método incluye además seleccionar, para una lista de candidatos de predicción de vector de movimiento avanzada (AMVP), uno o más candidatos de HMVP de la tabla de HMVP en orden inverso, en donde el segundo candidato de HMVP se selecciona antes que el primer candidato de HMVP de acuerdo con el orden inverso. El método incluye además añadir uno o más candidatos de HMVP seleccionados a la lista de candidatos de AMVP, utilizándose la lista de candidatos de AMVP para realizar AMVP para el uno o más bloques.

[0008] En otro ejemplo, se proporciona un aparato para procesar datos de video. El aparato incluye una memoria y un procesador implementados en circuitos. El aparato está configurado para obtener uno o más bloques de datos de video y puede obtenerlos. El aparato está configurado para rellenar una tabla de predicción de vector de movimiento (HMVP) basada en el historial con dos o más candidatos de HMVP, en la que una primera entrada de la tabla de HMVP asociada con un primer valor de índice comprende un primer candidato de HMVP y una segunda entrada de la tabla de HMVP asociada con un segundo valor de índice comprende un segundo candidato de HMVP, siendo el primer valor de índice menor que el segundo valor de índice. El aparato está configurado y puede seleccionar, para una lista de candidatos de predicción de vector de movimiento avanzado (AMVP), uno o más candidatos de HMVP de la tabla de HMVP en orden inverso, en donde el segundo candidato de HMVP se selecciona antes que el primer candidato de HMVP de acuerdo con el orden inverso. El aparato está configurado para agregar el uno o más candidatos de HMVP seleccionados a la lista de candidatos de AMVP, utilizándose la lista de candidatos de AMVP para realizar AMVP para el uno o más bloques.

[0009] En otro ejemplo, se proporciona un medio legible por computadora no transitorio que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores, hacen que uno o más procesadores: obtengan uno o más bloques de datos de video; rellenar una tabla de predicción de vectores de movimiento basada en el historial (HMVP) con dos o más candidatos de HMVP, donde una primera entrada de la tabla de HMVP asociada con un primer valor de índice comprende un primer

candidato de HMVP y una segunda entrada de la tabla de HMVP asociada con una el valor de índice comprende un segundo candidato de HMVP, siendo el primer valor de índice menor que el segundo valor de índice; seleccionar, para una lista de candidatos de predicción de vector de movimiento avanzado (AMVP), uno o más candidatos de HMVP de la tabla de HMVP en orden inverso, en donde el segundo candidato de HMVP se selecciona antes que el primer candidato de HMVP según el orden inverso; y agregue el uno o más candidatos de HMVP seleccionados a la lista de candidatos de AMVP, utilizándose la lista de candidatos de AMVP para realizar AMVP para el uno o más bloques.

[0010] En otro ejemplo, se proporciona un aparato para procesar datos de video. El aparato incluye: medios para obtener uno o más bloques de datos de video; medios para poblar una tabla de predicción de vector de movimiento basada en historial (HMVP) con dos o más candidatos de HMVP, en donde una primera entrada de la tabla de HMVP asociada con un primer valor de índice comprende un primer candidato de HMVP y una segunda entrada de la tabla de HMVP asociada con un segundo valor de índice comprende un segundo candidato de HMVP, siendo el primer valor de índice menor que el segundo valor de índice; medios para seleccionar, para una lista de candidatos de predicción de vector de movimiento avanzado (AMVP), uno o más candidatos de HMVP de la tabla de HMVP en orden inverso, en donde el segundo candidato de HMVP se selecciona antes que el primer candidato de HMVP según el orden inverso; y medios para añadir uno o más candidatos de HMVP seleccionados a la lista de candidatos de AMVP, utilizándose la lista de candidatos de AMVP para realizar AMVP para el uno o más bloques.

[0011] En algunos aspectos de los métodos, aparatos y medio legible por computadora descritos con anterioridad, el primer candidato de HMVP comprende información de movimiento decodificada por primera vez y el segundo candidato de HMVP comprende información de movimiento decodificada por segunda vez, en donde la primera vez es más tarde en el tiempo que la segunda vez.

[0012] En algunos aspectos de los métodos, aparatos y medios legibles por computadora descritos con anterioridad, seleccionar uno o más candidatos de HMVP de la tabla de HMVP en orden inverso comprende seleccionar uno o más candidatos de HMVP de entradas consecutivas de la tabla de HMVP asociadas con valores de índice consecutivos, sin realizar submuestreo de las entradas de la tabla de HMVP durante la selección.

[0013] Algunos aspectos de los métodos, aparatos y medios legibles por computadora

descritos con anterioridad incluyen además la selección, para una lista de candidatos de fusión, uno o más candidatos de HMVP de la tabla de HMVP en un orden hacia adelante, en donde el primer candidato de HMVP se selecciona antes el segundo candidato de HMVP según el orden de avance; y añadir el uno o más candidatos de HMVP seleccionados a la lista de candidatos para la fusión, utilizándose la lista de candidatos para la fusión para realizar la predicción de la fusión para el uno o más bloques.

[0014] En algunos aspectos de los métodos, aparatos y medios legibles por computadora descritos con anterioridad, la selección de uno o más candidatos de HMVP de la tabla de HMVP en el orden de avance comprende un submuestreo de las entradas de la tabla de HMVP usando una tasa de submuestreo, en la que una separación basada en la tasa de submuestreo se mantiene entre los valores de índice asociados con las entradas de la tabla de HMVP de la que se seleccionan candidatos de HMVP consecutivos.

[0015] En algunos aspectos de los métodos, aparatos y medios legibles por computadora descritos con anterioridad, agregar el uno o más candidatos de HMVP seleccionados a la lista de candidatos de fusión comprende agregar el uno o más candidatos de HMVP seleccionados a la lista de candidatos de fusión después de agregar un candidato de predictor de vector de movimiento temporal (TMVP) a la lista de candidatos de fusión.

[0016] Algunos aspectos de los métodos, aparatos y medios legibles por computadora descritos con anterioridad incluyen además determinar que el tamaño del bloque vecino es mayor o igual que el umbral de tamaño mínimo; y usar el vector de movimiento afín del bloque vecino como un vector de movimiento afín del bloque actual, basándose en que el tamaño del bloque vecino es mayor o igual que el umbral de tamaño mínimo.

[0017] En algunos aspectos de los métodos, aparatos y medios legibles por computadora descritos con anterioridad, los dos o más candidatos de HMVP comprenden información de movimiento para ambas direcciones de predicción de predicción bidireccional.

[0018] En algunos aspectos de los métodos, aparatos y medios legibles por computadora descritos con anterioridad, se utilizan al menos dos tablas HMVP en el modo AMVP con bipredicción.

[0019] En algunos aspectos de los métodos, aparatos y medio legible por computadora descritos con anterioridad, se usa una primera tabla de HMVP para una primera lista de imágenes de referencia, y en donde se usa una segunda tabla de HMVP para una

segunda lista de imágenes de referencia.

[0020] En algunos aspectos de los métodos, aparatos y medios legibles por computadora descritos con anterioridad, el AMVP incluye un modo de predicción de AMVP de copia intrabloque.

[0021] En algunos aspectos de los métodos, aparatos y medio legible por computadora descritos con anterioridad, el vector de movimiento afín del bloque vecino incluye una o más variables de escala y una o más variables de posición.

[0022] Algunos aspectos de los métodos, aparatos y medios legibles por computadora descritos con anterioridad incluyen un codificador.

[0023] Algunos aspectos de los métodos, aparatos y medios legibles por computadora descritos con anterioridad incluyen un decodificador, en donde los datos de video se obtienen de un flujo de bits de video codificado.

[0024] Este resumen no pretende identificar las características clave o esenciales del objeto reivindicado, ni está destinado a ser utilizado de forma aislada para determinar el alcance del objeto reivindicado. El objeto debe entenderse por referencia a partes apropiadas de la especificación completa de esta patente, cualquiera o todos los dibujos y cada reivindicación.

[0025] Lo anterior, junto con otras características y formas de realización, resultará más evidente al referirse a la siguiente especificación, reivindicaciones y dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0026] Los ejemplos de varias implementaciones se describen en detalle a continuación con referencia a las siguientes figuras:

[0027] FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un dispositivo de codificación y un dispositivo de decodificación, de acuerdo con algunos ejemplos;

[0028] FIG. 2A es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de vector de movimiento vecino espacial candidatos para un modo de fusión, de acuerdo con algunos ejemplos;

[0029] FIG. 2B es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de vector de movimiento vecino espacial candidatos para un modo de predicción de vector de movimiento avanzado (AMVP), de acuerdo con algunos ejemplos;

[0030] FIG. 3A es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de candidato de predictor de vector de movimiento temporal (TMVP), de acuerdo con algunos ejemplos;

[0031] FIG. 3B es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de escalado de vectores de movimiento, de acuerdo con algunos ejemplos;

[0032] FIG. 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de tabla de predicción de vector de

movimiento basada en historial (HMVP), de acuerdo con algunos ejemplos;

[0033] FIG. 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de búsqueda de candidatos de fusión espacial no adyacentes, de acuerdo con algunos ejemplos;

[0034] FIG. 6A y FIG. 6B son diagramas que ilustran un ejemplo de creación de una lista de candidatos de fusión a partir de una tabla de predicción de vectores de movimiento basada en el historial (HMVP), de acuerdo con algunos ejemplos;

[0035] FIG. 7A y FIG. 7B son diagramas que ilustran un ejemplo de creación de una lista de candidatos de predicción de vector de movimiento avanzada (AMVP) a partir de una tabla de predicción de vector de movimiento basada en el historial (HMVP), de acuerdo con algunos ejemplos;

[0036] FIG. 8 es un diagrama de flujo que ilustra otro ejemplo de un proceso de procesamiento de datos de video, de acuerdo con algunas formas de realización;

[0037] FIG. 9 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo de codificación de ejemplo, de acuerdo con algunos ejemplos; y

[0038] FIG. 10 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo de decodificación de video de ejemplo, de acuerdo con algunos ejemplos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0039] A continuación, se proporcionan ciertos aspectos y formas de realización de esta divulgación. 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 establecen detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de las formas de realización de la aplicación. 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.

[0040] La siguiente descripción proporciona únicamente formas de realización de ejemplo y no pretende limitar el alcance, la aplicabilidad o la configuración de la divulgación. Más bien, la siguiente descripción de las formas de forma de realización de ejemplo proporcionará a los expertos en la técnica una descripción habilitante para implementar una forma de forma de realización de ejemplo. Debe entenderse que se pueden realizar varios cambios en la función y disposición de los elementos sin apartarse del espíritu y alcance de la aplicación como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

[0041] Los dispositivos de codificación 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, predicción intracadro o intrapredicción), predicción temporal (por ejemplo, predicción entre cuadros o interpredicción), predicción entre capas (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 (descritas en mayor detalle a continuación). Estos bloques de video pueden codificarse usando un modo de predicción particular.

[0042] Los bloques de video se pueden dividir de una o más formas en uno o más grupos de bloques más pequeños (por ejemplo, sub-bloques). Los bloques de video 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 lo contrario, pueden referirse 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 sub-bloques apropiados, como lo entendería uno de habilidad ordinaria). Además, cada uno de estos bloques también puede denominarse aquí indistintamente como “unidades” (por ejemplo, unidades de árbol de codificación (CTU), unidades de codificación, unidades de predicción (PU), unidades 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 parte de una memoria intermedia de tramas de video a la que se dirige un proceso.

[0043] Para los modos de intrapredicción, un codificador de video puede buscar un bloque similar al bloque que se codifica 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 cierto desplazamiento espacial desde el bloque por codificar. Una mejor coincidencia se puede encontrar utilizando 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 previamente codificados dentro de la misma imagen.

[0044] El codificador de video puede determinar un error de predicción. Por ejemplo, la predicción de error puede determinarse como la diferencia entre los valores de píxeles

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 usando codificación de transformación (por ejemplo, usando una forma de transformada de coseno discreta (DCT), una forma de transformada de seno discreta (DST) u otra transformada 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 pueden representarse utilizando 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 entropizar elementos de sintaxis de código, reduciendo así aún más el número de bits necesarios para su representación.

[0045] Un decodificador de video puede construir, utilizando los elementos de sintaxis y la información de control discutida con anterioridad, 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 al ponderar las funciones de base de transformación utilizando los coeficientes cuantificados. La diferencia entre el cuadro reconstruido y el cuadro original se llama error de reconstrucción.

[0046] Como se describe con más detalle a continuación, los sistemas, aparatos, métodos (también denominados procesos) y medios legibles por computadora se describen en este documento para proporcionar mejoras en los predictores de vectores de movimiento basados en el historial. Las técnicas descritas en el presente documento se pueden aplicar a una o más de una variedad de técnicas de codificación de video basadas en bloques en las que el video se reconstruye bloque por bloque. Por ejemplo, las técnicas descritas en este documento 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 puede ser un eficiente herramienta de codificación 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), VP9, AV1 y/u otros estándares de codificación de video en desarrollo o por desarrollar.

[0047] La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un sistema 100

que incluye un dispositivo de codificación 104 y un dispositivo de decodificación 112. El dispositivo de codificación 104 puede ser parte de un dispositivo fuente, y el dispositivo de decodificación 112 puede ser parte de un dispositivo de recepción (también denominado como dispositivo cliente). El dispositivo fuente y/o el dispositivo receptor pueden incluir un dispositivo electrónico, como un teléfono móvil o fijo (por ejemplo, un teléfono inteligente, un teléfono celular o similar), una computadora de escritorio, una computadora laptop o notebook, una tableta, un decodificador, un televisor, una cámara, un dispositivo de visualización, un reproductor de medios digitales, una consola de videojuegos, una cámara de protocolo de Internet (IP), un dispositivo servidor en un sistema servidor que incluye uno o más dispositivos servidor (por ejemplo, un sistema de servidor de transmisión de video u otro sistema de servidor adecuado), una pantalla montada en la cabeza (HMD), una pantalla de visualización frontal (HUD), gafas inteligentes (por ejemplo, gafas de realidad virtual (VR), gafas de realidad aumentada (AR), u otras gafas inteligentes), o cualquier otro dispositivo electrónico adecuado.

[0048] Los componentes del sistema 100 pueden incluir y/o pueden implementarse utilizando circuitos electrónicos u otro hardware electrónico, que puede incluir uno o más circuitos electrónicos programables (por ejemplo, microprocesadores, unidades de procesamiento de gráficos (GPU), procesadores de señales digitales (DSP), Unidades Centrales de Procesamiento (CPU) y/u otros circuitos electrónicos adecuados), y/o pueden incluir y/o implementarse usando software de computadora, firmware o cualquier combinación de los mismos, para realizar las diversas operaciones descritas en este documento.

[0049] Aunque se muestra que el sistema 100 incluye ciertos componentes, un experto en la técnica apreciará que el sistema 100 puede incluir más o menos componentes que los mostrados en la FIG. 1. Por ejemplo, el sistema 100 también puede incluir, en algunos casos, uno o más dispositivos de memoria distintos del almacenamiento 108 y el almacenamiento 118 (por ejemplo, uno o más componentes de memoria de acceso aleatorio (RAM), componentes de memoria de solo lectura (ROM), componentes de memoria caché, componentes de búfer, componentes de base de datos y/u otros dispositivos de memoria), uno o más dispositivos de procesamiento (por ejemplo, una o más CPU, GPU y/u otros dispositivos de procesamiento) en comunicación con y/o eléctricamente conectado a uno o más dispositivos de memoria, una o más interfaces inalámbricas (por ejemplo, que incluyen uno o más transceptores y un procesador de banda base para cada interfaz inalámbrica) para realizar comunicaciones inalámbricas, una o más interfaces cableadas (por ejemplo, una interfaz en serie como una entrada

de bus serie universal (USB), un conector de iluminación y/u otra interfaz cableada) para realizar comunicaciones a través de una o más conexiones cableadas y/u otros componentes que no se muestran en la FIG. 1.

[0050] Las técnicas de codificación descritas en este documento son aplicables a la codificación de video en varias aplicaciones multimedia, incluidas transmisiones de video en continuo (por ejemplo, a través de Internet), difusiones o transmisiones de televisión, codificación de video digital para almacenamiento 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 100 puede admitir transmisión de video unidireccional o bidireccional para admitir aplicaciones tales como videoconferencia, transmisión de video, reproducción de video, transmisión de video, juegos y/o telefonía de video.

[0051] El dispositivo de codificación 104 (o codificador) se puede utilizar para codificar datos de video utilizando un protocolo o estándar de codificación de video para generar un flujo de bits de video codificado. Ejemplos de estándares de codificación de video incluyen ITU-T H.261, ISO/IEC MPEG-1 Visual, ITU-T H.262 o ISO/IEC MPEG-2 Visual, ITU-T H.263, ISO/IEC MPEG-4 Visual, 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 de vista múltiple (MVC), y codificación de video de alta eficiencia (HEVC) o ITU-T H.265. Existen varias extensiones para HEVC que se ocupan de la codificación de video multicapa, incluidas las extensiones de codificación de contenido de pantalla y rango, la extensión de codificación de video tridimensional (3D) (3D-HEVC), extensión de vista múltiple (MV-HEVC) y la extensión escalable (SHVC). El HEVC y sus extensiones han sido desarrollados por el Equipo de colaboración conjunta sobre codificación de video (JCT-VC), así como el Equipo de colaboración conjunta sobre el desarrollo de extensiones de codificación de video 3D (JCT-3V) del Grupo de expertos en codificación de video del UIT-T (VCEG) y Grupo de expertos en imágenes en movimiento ISO/IEC (MPEG).

[0052] MPEG e ITU-T VCEG también han formado un equipo de video de exploración conjunta (JVET) para explorar y desarrollar nuevas herramientas de codificación de video para la próxima generación de estándares de codificación de video, denominada Codificación de video versátil (VVC). El software de referencia se llama VVC Test Model (VTM). Un objetivo de VVC es proporcionar una mejora significativa en el rendimiento de compresión sobre el estándar HEVC existente, ayudando en la implementación de servicios de video de mayor calidad y aplicaciones emergentes (por ejemplo, como

multimedia inmersiva omnidireccional de 360°, video de alto rango dinámico (HDR), entre otros). VP9, y Alliance of Open Media (AOMedia) Video 1 (AV1) son otros estándares de codificación de video para los cuales se pueden aplicar las técnicas descritas en este documento.

[0053] Muchas formas de realización descritas en el presente documento se pueden realizar usando códecs de video tales como VTM, VVC, HEVC, AVC y/o extensiones de ellos. Sin embargo, las técnicas y sistemas descritos en este documento también pueden ser aplicables a otros estándares de codificación, como MPEG, JPEG (u otro estándar de codificación para imágenes fijas), VP9, AV1, extensiones de ellos u otros estándares de codificación adecuados ya disponibles o no disponibles o desarrollados todavía. Por consiguiente, aunque las técnicas y sistemas descritos en el presente documento pueden describirse con referencia a un estándar de codificación de video particular, un experto en la técnica apreciará que la descripción no debe interpretarse como aplicable solo a ese estándar particular.

[0054] En referencia a la FIG. 1, una fuente de video 102 puede proporcionar los datos de video al dispositivo de codificación 104. La fuente de video 102 puede ser parte del dispositivo de origen, o puede ser parte de un dispositivo que no sea el dispositivo de origen. La fuente de video 102 puede incluir un dispositivo de captura de video (por ejemplo, una cámara de video, un teléfono con cámara, un teléfono de video o similar), un archivo de video que contiene video almacenado, un servidor de video o proveedor de contenido que proporciona datos de video, una interfaz de alimentación de video que recibe video de un servidor de video o proveedor de contenido, un sistema de gráficos de computadora para generar datos de video de gráficos de computadora, una combinación de tales fuentes o cualquier otra fuente de video adecuada.

[0055] Los datos de video de la fuente de video 102 pueden incluir una o más imágenes de entrada. Las imágenes también pueden denominarse “marcos”. Una imagen o marco es una imagen fija que, en algunos casos, es parte de un video. En algunos ejemplos, los datos de la fuente de video 102 pueden ser una imagen fija que no es parte de un video. En HEVC, VVC y otras especificaciones de codificación de video, una secuencia de video puede incluir una serie de imágenes. Una imagen puede incluir tres matrices de muestra, denominadas SL, SCb y SCr. SL es una matriz bidimensional de muestras de luma, SCb es una matriz bidimensional de muestras de crominancia Cb, y SCr es una matriz bidimensional de muestras de crominancia Cr. Las muestras de crominancia también pueden denominarse en el presente documento muestras de “croma”. En otros casos, una imagen puede ser monocromática y solo puede incluir una serie de muestras

de luma.

[0056] El motor codificador 106 (o codificador) del dispositivo codificador 104 codifica los datos de video para generar un flujo de bits de video codificado. En algunos ejemplos, un flujo de bits de video codificado (o “flujo de bits de video” o “flujo de bits”) es una serie de una o más secuencias de video codificadas. Una secuencia de video codificada (CVS) incluye una serie de unidades de acceso (AU) que comienzan con una AU que tiene una imagen de punto de acceso aleatorio en la capa base y con ciertas propiedades hasta y sin incluir una próxima AU que tenga una imagen de punto de acceso aleatorio en la capa base y con ciertas propiedades. Por ejemplo, ciertas propiedades de una imagen de punto de acceso aleatorio que inicia una CVS pueden incluir una marca RASL (por ejemplo, NoRaslOutputFlag) igual a 1. De lo contrario, una imagen de punto de acceso aleatorio (con una marca RASL igual a 0) no inicia una CVS. Una unidad de acceso (AU) incluye una o más imágenes codificadas e información de control correspondiente a las imágenes codificadas que comparten el mismo tiempo de salida. Las secciones de imágenes codificadas se encapsulan en el nivel de flujo de bits en unidades de datos llamadas unidades de capa de abstracción de red (NAL). Por ejemplo, un flujo de bits de video HEVC puede incluir uno o más CVS incluyendo unidades NAL. Cada una de las unidades NAL tiene un encabezado de unidad NAL. En un ejemplo, el encabezado es de un byte para H.264/AVC (excepto para extensiones multicapa) y de dos bytes para HEVC. Los elementos de sintaxis en el encabezado de la unidad NAL toman los bits designados y, por lo tanto, son visibles para todo tipo de sistemas y capas de transporte, como Transport Stream, Real-time Transport (RTP) Protocol, File Format, entre otros.

[0057] Existen dos clases de unidades NAL en el estándar HEVC, incluidas las unidades NAL de la capa de codificación de video (VCL) y las unidades NAL que no son VCL. Las unidades NAL VCL incluyen datos de imagen codificados que forman un flujo de bits de video codificado. Por ejemplo, una secuencia de bits que forman el flujo de bits de video codificado está presente en las unidades NAL VCL. Una unidad NAL VCL puede incluir un segmento o segmento de segmento (descrito a continuación) de datos de imagen codificados, y una unidad NAL no VCL incluye información de control que se relaciona con una o más imágenes codificadas. En algunos casos, una unidad NAL puede denominarse paquete. Una HEVC AU incluye unidades NAL VCL que contienen datos de imagen codificados y unidades NAL no VCL (si las hay) correspondientes a los datos de imagen codificados. Las unidades NAL no VCL pueden contener conjuntos de parámetros con información de alto nivel relacionada con el flujo de bits de video

codificado, además de otra información. Por ejemplo, un conjunto de parámetros puede incluir un conjunto de parámetros de video (VPS), un conjunto de parámetros de secuencia (SPS) y un conjunto de parámetros de imagen (PPS). En algunos casos, cada segmento u otra porción de un flujo de bits puede hacer referencia a un único PPS, SPS y/o VPS activo para permitir que el dispositivo de decodificación 112 acceda a información que puede usarse para decodificar el segmento u otra porción del flujo de bits.

[0058] Las unidades NAL pueden contener una secuencia de bits que forman una representación codificada de los datos de video (por ejemplo, un flujo de bits de video codificado, una CVS de un flujo de bits, o similares), como representaciones codificadas de imágenes en un video. El motor de codificación 106 genera representaciones codificadas de imágenes dividiendo cada imagen en múltiples porciones. Un sector es independiente de otros sectores, de modo que la información del sector se codifica sin depender de los datos de otros sectores de la misma imagen. Un corte incluye uno o más segmentos de corte que incluyen un segmento de corte independiente y, si está presente, uno o más segmentos de corte dependientes que dependen de segmentos de corte anteriores.

[0059] En HEVC, los cortes se dividen en bloques de árbol de codificación (CTB) de muestras de luma y muestras de croma. Un CTB de muestras de luma y uno o más CTB de muestras de croma, junto con la sintaxis de las muestras, se denominan unidad de árbol de codificación (CTU). Una CTU también puede denominarse “bloque de árbol” o “unidad de codificación más grande” (LCU). Una CTU es la unidad de procesamiento básica para la codificación HEVC. Una CTU se puede dividir en varias unidades de codificación (CU) de distintos tamaños. Una CU contiene matrices de muestras de luminancia y crominancia que se denominan bloques de codificación (CB).

[0060] Los CB de luma y croma pueden dividirse adicionalmente en bloques de predicción (PB). Un PB es un bloque de muestras del componente luma o un componente croma que utiliza los mismos parámetros de movimiento para interpredicción o predicción de copias intrabloques (IBC) (cuando está disponible o habilitado para su uso). El luma PB y uno o más croma PB, junto con la sintaxis asociada, forman una unidad de predicción (PU). Para la interpredicción, un conjunto de parámetros de movimiento (por ejemplo, uno o más vectores de movimiento, índices de referencia o similares) se señala en el flujo de bits para cada PU y se utiliza para la interpredicción de luma PB y uno o más cromas PB. Los parámetros de movimiento también pueden denominarse información de movimiento. Un CB también se puede

dividir en uno o más bloques de transformación (TB). Un TB representa un bloque cuadrado de muestras de un componente de color en donde una transformación residual (por ejemplo, la misma transformación bidimensional en algunos casos) se aplica para codificar una señal residual de predicción. Una unidad de transformación (TU) representa los TB de las muestras de luma y croma, y los elementos de sintaxis correspondientes. La codificación de transformación se describe con más detalle a continuación.

[0061] Un tamaño de un CU corresponde a un tamaño del modo de codificación y puede ser de forma cuadrada. Por ejemplo, un tamaño de CU puede ser de 8 x 8 muestras, 16 x 16 muestras, 32 x 32 muestras, 64 x 64 muestras, o cualquier otro tamaño apropiado hasta el tamaño de la CTU correspondiente. La frase “N x N” se usa aquí para referirse a las dimensiones en píxeles de un bloque de video en términos de dimensiones verticales y horizontales (por ejemplo, 8 píxeles x 8 píxeles). Los píxeles en un bloque se pueden organizar en filas y columnas. En algunos ejemplos, los bloques pueden no tener el mismo número de píxeles en una dirección horizontal que en una dirección vertical. 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 de intrapredicción o en modo de interpretación. Las PU se pueden dividir para que no tengan forma cuadrada. Los datos de sintaxis asociados con una CU también pueden describir, por ejemplo, la partición de la CU en una o más TU según una CTU. Una TU puede tener forma cuadrada o no cuadrada.

[0062] Según el estándar HEVC, las transformaciones pueden realizarse usando unidades de transformación (TU). Las TU pueden variar para diferentes CU. Las TU pueden dimensionarse en función del tamaño de las PU dentro de una CU determinada. Las TU pueden ser del mismo tamaño o más pequeñas que las PU. En algunos ejemplos, las muestras residuales correspondientes a un CU se pueden subdividir en unidades más pequeñas utilizando una estructura de cuadrilátero conocida como árbol cuádruple residual (RQT). Los nodos foliares de la RQT pueden corresponder a TU. Los valores de diferencia de píxeles asociados con las TU pueden transformarse para producir coeficientes de transformación. Los coeficientes de transformación pueden ser cuantificados por el motor codificador 106.

[0063] Una vez que las imágenes de los datos de video se dividen en CU, el motor codificador 106 predice cada PU utilizando un modo de predicción. La unidad de predicción o el bloque de predicción se resta de los datos de video originales para obtener residuos (descritos a continuación). Para cada CU, se puede indicar un modo

de predicción dentro del flujo de bits utilizando datos de sintaxis. Un modo de predicción puede incluir intrapredicción (o predicción intrainimagen) o interpredicción (o predicción interimagen). La intrapredicción utiliza la correlación entre muestras espacialmente vecinas dentro de una imagen. Por ejemplo, usando intrapredicción, cada PU se predice a partir de datos de imágenes vecinas en la misma imagen usando, por ejemplo, predicción DC para encontrar un valor promedio para el PU, predicción plana para ajustar una superficie plana al PU, predicción de dirección para extrapolar de datos vecinos, o cualquier otro tipo de predicción adecuado. La interpredicción utiliza la correlación temporal entre imágenes para derivar una predicción con compensación de movimiento para un bloque de muestras de imágenes. Por ejemplo, usando la interpredicción, cada PU se predice usando la predicción de compensación de movimiento a partir de datos de imagen en una o más imágenes de referencia (antes o después de la imagen actual en orden de salida). La decisión de codificar un área de imagen usando predicción interimágenes o intrainágenes puede hacerse, por ejemplo, a nivel de CU.

[0064] El motor codificador 106 y el motor decodificador 116 (descritos con más detalle a continuación) pueden configurarse para funcionar de acuerdo con VVC. De acuerdo con VVC, un codificador de video (como un motor de codificador 106 y/o un motor de decodificador 116) divide una imagen en una pluralidad de unidades de árbol de codificación (CTU) (donde un CTB de muestras de luma y uno o más CTB de muestras de croma, junto con sintaxis para las muestras de luma y croma, se denominan CTU). El codificador de video puede dividir una CTU de acuerdo con una estructura de árbol, como una estructura de árbol binario de cuatro árboles (QTBT) o una estructura de árbol de tipos múltiples (MTT). La estructura QTBT elimina los conceptos de múltiples tipos de partición, como la separación entre CU, PU y TU de HEVC. La estructura QTBT incluye dos niveles, incluido un primer nivel dividido según la partición de cuatro árboles y un segundo nivel dividido según la partición de árbol binario. Un nodo raíz de la estructura QTBT corresponde a una CTU. Los nodos de hojas de los árboles binarios corresponden a unidades de codificación (CU).

[0065] [0002] En una estructura de partición MTT, los bloques se pueden particionar usando una partición de cuatro árboles, una partición de árbol binario y uno o más tipos de particiones de tres árboles. Una partición de árbol triple es una partición en la que un bloque se divide en tres sub-bloques. En algunos ejemplos, una partición de árbol triple divide un bloque en tres sub-bloques sin dividir el bloque original por el centro. Los tipos de particiones en MTT (por ejemplo, quadtree, árbol binario y árbol triple) pueden ser

simétricos o asimétricos.

[0066] En algunos ejemplos, el codificador de video puede usar una sola estructura QTBT o MTT para representar cada uno de los componentes luma y croma, mientras que, en otros ejemplos, el codificador de video puede usar dos o más estructuras QTBT o MTT, como una estructura QTBT o MTT para el componente luma y otra estructura QTBT o MTT para ambos componentes cromáticos (o dos estructuras QTBT o MTT para componentes cromáticos respectivos).

[0067] El codificador de video se puede configurar para usar particiones de cuatro árboles por HEVC, particiones QTBT, particiones MTT u otras estructuras de particiones. Con fines ilustrativos, la descripción en este documento puede referirse a particiones QTBT. Sin embargo, debe entenderse que las técnicas de la presente divulgación también se pueden aplicar a codificadores de video configurados para usar particiones quadtree u otros tipos de particiones también.

[0068] En algunos ejemplos, a uno o más sectores de una imagen se les asigna un tipo de sector. Los tipos de cortes incluyen un corte intracodificado (corte I), un corte P intercodificado y un corte B codificado entre sí. Un segmento I (cuadros intracodificados, decodificables de forma independiente) es un segmento de una imagen que solo se codifica mediante intrapredicción y, por lo tanto, se puede decodificar de forma independiente, ya que el segmento I solo requiere los datos dentro del cuadro para predecir cualquier unidad de predicción o bloque de predicción del corte. Un segmento P (fotogramas predichos unidireccionales) es un segmento de una imagen que puede codificarse con intrapredicción y con interpredicción unidireccional. Cada unidad de predicción o bloque de predicción dentro de un segmento P se codifica con intrapredicción o interpredicción. Cuando se aplica la interpredicción, la unidad de predicción o el bloque de predicción solo se predice mediante una imagen de referencia y, por lo tanto, las muestras de referencia son solo de una región de referencia de una trama. Un segmento B (marcos predictivos bidireccionales) es un segmento de una imagen que puede codificarse con intrapredicción y con interpredicción (por ejemplo, ya sea bipredicción o unipredicción). Una unidad de predicción o un bloque de predicción de un segmento B puede predecirse bidireccionalmente a partir de dos imágenes de referencia, donde cada imagen aporta una región de referencia y los conjuntos de muestras de las dos regiones de referencia se ponderan (por ejemplo, con pesos iguales o con pesos diferentes) para producir la señal de predicción del bloque predicho bidireccional. Como se explicó con anterioridad, las secciones de una imagen se codifican de forma independiente. En algunos casos, una imagen se puede codificar

como un solo segmento.

[0069] Como se señaló con anterioridad, la predicción intraimagen utiliza la correlación entre muestras vecinas espacialmente dentro de una imagen. Hay una pluralidad de modos de intrapredicción (también denominados “intramodos”). En algunos ejemplos, la intrapredicción de un bloque de luma incluye 35 modos, incluido el modo planar, el modo DC y 33 modos angulares (por ejemplo, modos de intrapredicción diagonales y modos angulares adyacentes a los modos de intrapredicción diagonal). Los 35 modos de intrapredicción están indexados como se muestra en la Tabla 1 a continuación. En otros ejemplos, se pueden definir más intramodos incluyendo 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_PLANAR
1	INTRA_DC
2 ... 34	INTRA_ANGULAR2 ... INTRA_ANGULAR34

Tabla 1 – Especificación del modo de intrapredicción y nombres asociados

[0070] La predicción interimágenes utiliza la correlación temporal entre imágenes para obtener una predicción compensada por movimiento para un bloque de muestras de imágenes. Usando un modelo de movimiento traslacional, la posición de un bloque en una imagen previamente decodificada (una imagen de referencia) se indica mediante un vector de movimiento (Δx , Δy), donde Δx especifica el desplazamiento horizontal y Δy especifica el desplazamiento vertical del bloque de referencia relativo a la posición del bloque actual. En algunos casos, un vector de movimiento (Δx , Δy) puede tener una precisión de muestra entera (también conocida como precisión entera), en cuyo caso el vector de movimiento apunta a la cuadrícula de “integer-pel” (o cuadrícula de muestreo de píxeles enteros) del marco de referencia. En algunos casos, un vector de movimiento (Δx , Δy) puede tener una precisión de muestra fraccional (también conocida como precisión “fractional-pel” o precisión no entera) para capturar con mayor precisión el movimiento del objeto subyacente, sin limitarse a la cuadrícula de números enteros del marco de referencia. La precisión de los vectores de movimiento puede expresarse por el nivel de cuantificación de los vectores de movimiento. Por ejemplo, el nivel de cuantificación puede ser la precisión entera (por ejemplo, 1 píxel) o la precisión “fractional-pel” (por ejemplo, $\frac{1}{4}$ píxel, $\frac{1}{2}$ píxel u otro valor de subpíxel). La interpolación se aplica en imágenes de referencia para derivar la señal de predicción cuando el vector de movimiento correspondiente tiene una precisión de muestra fraccional. Por ejemplo,

las muestras disponibles en posiciones enteras se pueden filtrar (por ejemplo, usando uno o más filtros de interpolación) para estimar valores en posiciones fraccionarias. La imagen de referencia previamente decodificada se indica mediante un índice de referencia (*refIdx*) a una lista de imágenes de referencia. Los vectores de movimiento y los índices de referencia pueden denominarse parámetros de movimiento. Se pueden realizar dos tipos de predicción interimágenes, incluida la unipredicción y la bipredicción.

[0071] Con la interpredicción usando la bipredicción, se utilizan dos conjuntos de parámetros de movimiento ($\Delta x_0, y_0, refIdx_0$ y $\Delta x_1, y_1, refIdx_1$) para generar dos predicciones compensadas de movimiento (de la misma imagen de referencia o posiblemente de diferentes imágenes de referencia). Por ejemplo, con la bipredicción, cada bloque de predicción usa dos señales de predicción compensadas de movimiento y genera unidades de predicción B. Las dos predicciones compensadas de movimiento se combinan luego para obtener la predicción compensada de movimiento final. Por ejemplo, las dos predicciones compensadas de movimiento se pueden combinar haciendo un promedio. En otro ejemplo, se puede utilizar la predicción ponderada, en cuyo caso se pueden aplicar diferentes pesos a cada predicción compensada por movimiento. Las imágenes de referencia que se pueden usar en bipredicción se almacenan en dos listas separadas, denotadas como lista 0 y lista 1. Los parámetros de movimiento se pueden derivar en el codificador utilizando un proceso de estimación de movimiento.

[0072] Con la interpredicción utilizando unipredicción, se utiliza un conjunto de parámetros de movimiento ($\Delta x_0, y_0, refIdx_0$) para generar una predicción compensada de movimiento a partir de una imagen de referencia. Por ejemplo, con la unipredicción, cada bloque de predicción utiliza como máximo una señal de predicción compensada por movimiento y genera unidades de predicción P.

[0073] Una PU puede incluir los datos (por ejemplo, parámetros de movimiento u otros datos adecuados) relacionados con el proceso de predicción. Por ejemplo, cuando la PU se codifica utilizando la intrapredicción, la PU puede incluir datos que describen un modo de intrapredicción para la PU. Como otro ejemplo, cuando la PU se codifica utilizando interpredicción, la PU puede incluir datos que definen un vector 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 (Δx), un componente vertical del vector de movimiento (Δy), una resolución para el vector de movimiento (por ejemplo, precisión entera, un cuarto de precisión de píxeles o un octavo de precisión de píxeles), una imagen de referencia a la que apunta el vector de movimiento, un índice

de referencia, una lista de imágenes de referencia (por ejemplo, Lista 0, Lista 1 o Lista C) para el vector de movimiento, o cualquier combinación de ellos.

[0074] Después de realizar la predicción usando intrapredicción y/o interpredicción, el dispositivo de codificación 104 puede entonces realizar transformación y cuantificación. Por ejemplo, después de la predicción, el motor 106 del codificador puede calcular valores residuales correspondientes a una PU. Los valores residuales pueden comprender valores de diferencia de píxeles entre el bloque actual de píxeles que se codifican (la PU) y el bloque de predicción utilizado para predecir el bloque actual (por ejemplo, la versión predicha del bloque actual). Por ejemplo, después de generar un bloque de predicción (por ejemplo, usando interpredicción o intrapredicción), el motor codificador 106 puede generar un bloque residual restando el bloque de predicción producido por una unidad de predicción del bloque actual. El bloque residual incluye un conjunto de valores de diferencia de píxeles que cuantifican las diferencias entre los valores de píxeles del bloque actual y los valores de píxeles del bloque de predicción. En algunos ejemplos, el bloque residual puede representarse en un formato de bloque bidimensional (por ejemplo, una matriz bidimensional o una matriz de valores de píxeles). En tales ejemplos, el bloque residual es una representación bidimensional de los valores de píxel.

[0075] Cualquier dato residual que pueda quedar después de realizar la predicción se transforma usando una transformación de bloque, que puede basarse en una transformada discreta de coseno (DCT), una transformada sinusoidal discreta (DST), una transformada entera, una transformada de ondas pequeñas, otra función de transformación adecuada, o cualquier combinación de ellas. En algunos casos, una o más transformaciones de bloque (por ejemplo, un núcleo de tamaño 32 x 32, 16 x 16, 8 x 8, 4 x 4 u otro tamaño adecuado) pueden aplicarse a los datos residuales en cada CU. En algunos ejemplos, se puede usar una TU para los procesos de transformación y cuantificación implementados por el motor codificador 106. Una CU dada que tiene una o más PU también puede incluir una o más TU. Como se describe con más detalle a continuación, los valores residuales pueden transformarse en coeficientes de transformación usando las transformaciones de bloque, y luego pueden cuantificarse y escanearse usando TU para producir coeficientes de transformación serializados para la codificación de entropía.

[0076] En algunas formas de realización después de la codificación intrapredictiva o interpredictiva usando PU de una CU, el motor codificador 106 puede calcular datos residuales para las TU de la CU. Las PU pueden comprender datos de píxeles en el

dominio espacial (o dominio de píxeles). Como se señaló con anterioridad, los datos residuales pueden corresponder a valores de diferencia de píxeles entre los píxeles de la imagen no codificada (por ejemplo, PU) y los valores de predicción correspondientes a las PU. El motor codificador 106 puede formar una o más TU que incluyen los datos residuales para una CU (que incluye las PU), y luego puede transformar las TU para producir coeficientes de transformación para la CU. Las TU pueden comprender coeficientes en el dominio de transformada después de la aplicación de una transformada de bloque.

[0077] El motor codificador 106 puede realizar la cuantificación de los coeficientes de transformación. La cuantificación proporciona una compresión adicional al cuantificar los coeficientes de transformación para reducir la cantidad de datos utilizados para representar los coeficientes. Por ejemplo, la cuantificación puede reducir la profundidad de bits asociada con algunos o todos los coeficientes. En un ejemplo, un coeficiente con un valor de n bits puede redondearse a un valor de m bits durante la cuantificación, siendo n mayor que m .

[0078] Una vez que se realiza la cuantificación, el flujo de bits de video codificado incluye coeficientes de transformación cuantificados, información de predicción (por ejemplo, modos de predicción, vectores de movimiento, vectores de bloque o similares), información de partición y cualquier otro dato adecuado, tal como otros datos de sintaxis. Los diferentes elementos del flujo de bits de video codificado pueden ser codificados luego por entropía por el motor codificador 106. En algunos ejemplos, el motor codificador 106 puede utilizar un orden de exploración predefinido para explorar los coeficientes de transformación cuantificados para producir un vector serializado que puede codificarse por entropía. En algunos ejemplos, el motor codificador 106 puede realizar una exploración adaptativa. Después de escanear los coeficientes de transformación cuantificados para formar un vector (por ejemplo, un vector unidimensional), el motor codificador 106 puede codificar por entropía el vector. Por ejemplo, el motor 106 del codificador puede usar codificación adaptativa de longitud variable de contexto, codificación aritmética binaria adaptativa de contexto, codificación aritmética binaria adaptativa de contexto basada en sintaxis, codificación de entropía de partición de intervalo de probabilidad u otra técnica de codificación de entropía adecuada.

[0079] La salida 110 del dispositivo de codificación 104 puede enviar las unidades NAL que componen los datos de flujo de bits de video codificados a través del enlace de comunicaciones 120 al dispositivo de decodificación 112 del dispositivo receptor. La

entrada 114 del dispositivo de decodificación 112 puede recibir las unidades NAL. El enlace de comunicaciones 120 puede incluir un canal proporcionado por una red inalámbrica, una red cableada o una combinación de una red cableada e inalámbrica. Una red inalámbrica puede incluir cualquier interfaz inalámbrica o combinación de interfaces inalámbricas y puede incluir cualquier red inalámbrica adecuada (por ejemplo, Internet u otra red de área amplia, una red basada en paquetes, WiFi™, radiofrecuencia (RF), UWB, WiFi-Direct, celular, evolución a largo plazo (LTE), WiMax™, o similares). Una red cableada puede incluir cualquier interfaz cableada (por ejemplo, fibra, ethernet, ethernet powerline, ethernet a través de cable coaxial, línea de señal digital (DSL), o similares). Las redes cableadas y/o inalámbricas pueden implementarse utilizando diversos equipos, tales como estaciones base, enrutadores, puntos de acceso, puentes, puertas de enlace, conmutadores, o similares. Los datos de flujo de bits de video codificados pueden modularse de acuerdo con un estándar de comunicación, tal como un protocolo de comunicación inalámbrico, y transmitirse al dispositivo receptor.

[0080] En algunos ejemplos, el dispositivo de codificación 104 puede almacenar datos codificados de flujo de bits de video en el almacenamiento 108. La salida 110 puede recuperar los datos codificados de flujo de bits de video del motor codificador 106 o del almacenamiento 108. El almacenamiento 108 puede incluir cualquiera de una variedad de medios de almacenamiento de datos distribuidos o localmente accedidos. Por ejemplo, el almacenamiento 108 puede incluir un disco duro, un disco de almacenamiento, memoria flash, memoria volátil o no volátil, o cualquier otro medio de almacenamiento digital adecuado para almacenar datos de video codificados. El almacenamiento 108 también puede incluir una memoria intermedia de imagen decodificada (DPB) para almacenar imágenes de referencia para su uso en la interpredicción. En otro ejemplo, el almacenamiento 108 puede corresponder a un servidor de archivos u otro dispositivo de almacenamiento intermedio que puede almacenar el video codificado generado por el dispositivo de origen. En tales casos, el dispositivo receptor que incluye el dispositivo de decodificación 112 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 receptor. Los servidores de archivos de ejemplo incluyen un servidor web (por ejemplo, para un sitio web), un servidor FTP, dispositivos de almacenamiento conectados a la red (NAS) o una unidad de disco local. El dispositivo receptor puede acceder a los datos de video codificados a través de cualquier conexión

de datos estándar, incluida una conexión a Internet. 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 almacenamiento 108 puede ser una transmisión continua, una transmisión de descarga o una combinación de las mismas.

[0081] La entrada 114 del dispositivo de decodificación 112 recibe los datos de flujo de bits de video codificados y puede proporcionar los datos de flujo de bits de video al motor de decodificador 116, o al almacenamiento 118 para uso posterior por el motor de decodificador 116. Por ejemplo, el almacenamiento 118 puede incluir un DPB para almacenar imágenes de referencia para su uso en la interpretación. El dispositivo receptor que incluye el dispositivo decodificador 112 puede recibir los datos de video codificados para ser decodificados a través del almacenamiento 108. Los datos de video codificados pueden modularse según un estándar de comunicación, tal como un protocolo de comunicación inalámbrica, y transmitirse al dispositivo receptor. El medio de comunicación para transmitir los datos de video codificados puede comprender cualquier medio de comunicación inalámbrico o cableado, tal como un espectro de radiofrecuencia (RF) o una o más líneas de transmisión físicas. El medio de comunicación puede formar parte de una red basada en paquetes, como una red de área local, una red de área amplia o una red global como Internet. El medio de comunicación puede incluir enrutadores, conmutadores, estaciones base o cualquier otro equipo que pueda ser útil para facilitar la comunicación desde el dispositivo de origen al dispositivo receptor.

[0082] [0003] El motor decodificador 116 puede decodificar los datos de flujo de bits de video codificados mediante decodificación de entropía (por ejemplo, utilizando un decodificador de entropía) y extrayendo los elementos de una o más secuencias de video codificadas que forman los datos de video codificados. El motor decodificador 116 puede luego reescalar y realizar una transformación inversa en los datos de flujo de bits de video codificados. Los datos residuales se pasan luego a una etapa de predicción del motor decodificador 116. El motor decodificador 116 predice luego un bloque de píxeles (por ejemplo, una PU). En algunos ejemplos, la predicción se agrega a la salida de la transformación inversa (los datos residuales).

[0083] El dispositivo de decodificación de video 112 puede emitir el video decodificado a un dispositivo de destino de video 122, que puede incluir una pantalla u otro dispositivo de salida para mostrar los datos de video decodificados a un consumidor del contenido.

En algunos aspectos, el dispositivo de destino de video 122 puede ser parte del dispositivo receptor que incluye el dispositivo de decodificación 112. En algunos aspectos, el dispositivo de destino de video 122 puede ser parte de un dispositivo separado que no sea el dispositivo receptor.

[0084] En algunas formas de realización, el dispositivo de codificación de video 104 y/o el dispositivo de decodificación de video 112 pueden integrarse con un dispositivo de codificación de audio y un dispositivo de decodificación de audio, respectivamente. El dispositivo de codificación de video 104 y/o el dispositivo de decodificación de video 112 también pueden incluir otro hardware o software que sea necesario para implementar las técnicas de codificación descritas con anterioridad, tales como uno o más microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), matrices de puertas programables en campo (FPGA), lógica discreta, software, hardware, firmware o cualquier combinación de ellos. El dispositivo de codificación de video 104 y el dispositivo de decodificación de video 112 pueden integrarse como parte de un codificador/decodificador combinado (códec) en un dispositivo respectivo.

[0085] El sistema de ejemplo mostrado en la FIG. 1 es un ejemplo ilustrativo que se puede utilizar aquí. Las técnicas para procesar datos de video usando las técnicas descritas en este documento pueden realizarse mediante cualquier dispositivo de codificación y/o decodificación de video digital. Aunque generalmente las técnicas de la presente divulgación se realizan mediante un dispositivo de codificación de video o un dispositivo de decodificación de video, las técnicas también se pueden realizar mediante un codificador–decodificador de video combinado, generalmente denominado “códec”. Además, las técnicas de la presente divulgación también pueden ser realizadas por un preprocesador de video. El dispositivo de origen y el dispositivo receptor son simplemente ejemplos de tales dispositivos de codificación en los que el dispositivo de origen genera datos de video codificados para su transmisión al dispositivo receptor. En algunos ejemplos, los dispositivos de fuente y recepción pueden funcionar de una manera sustancialmente simétrica, de modo que cada uno de los dispositivos incluya componentes de codificación y decodificación de video. Por tanto, los sistemas de ejemplo pueden soportar la transmisión de video unidireccional o bidireccional entre dispositivos de video, por ejemplo, para transmisión de video, reproducción de video, transmisión de video o telefonía de video.

[0086] Las extensiones del estándar HEVC incluyen la extensión de codificación de video de vista múltiple, denominada MV–HEVC, y la extensión de codificación de video

escalable, denominada SHVC. Las extensiones MV-HEVC y SHVC comparten el concepto de codificación en capas, con diferentes capas incluidas en el flujo de bits de video codificado. Cada capa de una secuencia de video codificada se direcciona mediante un identificador de capa (ID) único. Un ID de capa puede estar presente en un encabezado de una unidad NAL para identificar una capa con la que está asociada la unidad NAL. En MV-HEVC, diferentes capas generalmente representan diferentes vistas de la misma escena en el flujo de bits de video. En SHVC, se proporcionan diferentes capas escalables que representan el flujo de bits de video en diferentes resoluciones espaciales (o resolución de imagen) o en diferentes fidelidades de reconstrucción. Las capas escalables pueden incluir una capa base (con ID de capa = 0) y una o más capas de mejora (con ID de capa = 1, 2, ... n). La capa base puede ajustarse a un perfil de la primera versión de HEVC y representa la capa más baja disponible en un flujo de bits. Las capas de mejora tienen mayor resolución espacial, resolución temporal o velocidad de fotogramas y/o fidelidad (o calidad) de reconstrucción en comparación con la capa base. Las capas de mejora están organizadas jerárquicamente y pueden (o no) depender de capas inferiores. En algunos ejemplos, las diferentes capas se pueden codificar utilizando un único códec estándar (por ejemplo, todas las capas se codifican utilizando HEVC, SHVC u otro estándar de codificación). En algunos ejemplos, se pueden codificar diferentes capas utilizando un códec multiestándar. Por ejemplo, una capa base puede codificarse utilizando AVC, mientras que una o más capas de mejora pueden codificarse utilizando extensiones SHVC y/o MV-HEVC del estándar HEVC.

[0087] Como se describió con anterioridad, para cada bloque, puede estar disponible un conjunto de información de movimiento (también denominado aquí como parámetros de movimiento). Un conjunto de información de movimiento puede contener información de movimiento para direcciones de predicción hacia adelante y hacia atrás. Aquí, las direcciones de predicción hacia adelante y hacia atrás son dos direcciones de predicción de un modo de predicción bidireccional y las expresiones “hacia adelante” y “hacia atrás” no necesariamente tienen un significado geométrico. En cambio, hacia adelante y hacia atrás pueden corresponder a una lista de imágenes de referencia 0 (RefPicList0) y una lista de imágenes de referencia 1 (RefPicList1) de una imagen, corte o bloque actual. En algunos ejemplos, cuando solo hay disponible una lista de imágenes de referencia para una imagen, un sector o un bloque, solo RefPicList0 está disponible y la información de movimiento de cada bloque de un sector siempre se avanza. En algunos ejemplos, RefPicList0 incluye imágenes de referencia que preceden a una imagen actual

en el tiempo, y RefPicList1 incluye imágenes de referencia que siguen a la imagen actual en el tiempo. En algunos casos, se puede utilizar un vector de movimiento junto con un índice de referencia asociado en los procesos de decodificación. Un vector de movimiento de este tipo con el índice de referencia asociado se indica como un conjunto unipredictivo de información de movimiento.

[0088] Para cada dirección de predicción, la información de movimiento puede contener un índice de referencia y un vector de movimiento. En algunos casos, por simplicidad, un vector de movimiento puede tener información asociada, a partir de la cual se puede suponer que el vector de movimiento tiene un índice de referencia asociado. Se puede utilizar un índice de referencia para identificar una imagen de referencia en la lista de imágenes de referencia actual (RefPicList0 o RefPicList1). Un vector de movimiento puede tener una componente horizontal y una vertical que proporcionen un desplazamiento desde la posición de las coordenadas en la imagen actual hasta las coordenadas en la imagen de referencia identificadas por el índice de referencia. Por ejemplo, un índice de referencia puede indicar una imagen de referencia particular que debe usarse para un bloque en una imagen actual, y el vector de movimiento puede indicar en qué parte de la imagen de referencia se encuentra el bloque que mejor coincide (el bloque que mejor coincide con el bloque actual) está en la imagen de referencia.

[0089] Se puede usar un recuento de orden de imágenes (POC) en estándares de codificación de video para identificar un orden de visualización de una imagen. Aunque hay casos en los que dos imágenes dentro de una secuencia de video codificada pueden tener el mismo valor de POC, dentro de una secuencia de video codificada, dos imágenes con el mismo valor de POC no ocurren con frecuencia. Cuando están presentes múltiples secuencias de video codificadas en un flujo de bits, las imágenes con un mismo valor de POC pueden estar más cerca entre sí en términos de orden de decodificación. Los valores POC de las imágenes se pueden utilizar para la construcción de la lista de imágenes de referencia, la derivación del conjunto de imágenes de referencia como en HEVC y/o la escala de vectores de movimiento, entre otras cosas.

[0090] En H.264/AVC, cada intermacrobloque (MB) puede dividirse en cuatro formas diferentes, que incluyen: una partición de macrobloque de 16x16; dos particiones macrobloque de 16x8; dos particiones macrobloque de 8x16; y cuatro particiones macrobloque de 8x8, entre otras. Diferentes particiones de macrobloque en un macrobloque pueden tener diferentes valores de índice de referencia para cada dirección de predicción (por ejemplo, diferentes valores de índice de referencia para

RefPicList0 y RefPicList1).

[0091] En algunos casos, cuando un macrobloque no está dividido en cuatro particiones de macrobloque de 8x8, el macrobloque puede tener solo un vector de movimiento para cada partición de macrobloque en cada dirección de predicción. En algunos casos, cuando un macrobloque se divide en cuatro particiones de macrobloque de 8x8, cada partición de macrobloque de 8x8 se puede dividir en sub-bloques, cada uno de los cuales puede tener un vector de movimiento diferente en cada dirección de predicción. Una partición de macrobloque de 8x8 se puede dividir en sub-bloques de diferentes formas, que incluyen: un sub-bloque de 8x8; dos sub-bloques de 8x4; dos sub-bloques de 4x8; y cuatro sub-bloques 4x4, entre otros. Cada sub-bloque puede tener un vector de movimiento diferente en cada dirección de predicción. Por tanto, un vector de movimiento puede estar presente en un nivel igual o superior al de un sub-bloque.

[0092] En HEVC, la unidad de codificación más grande en un segmento se denomina bloque de árbol de codificación (CTB) o unidad de árbol de codificación (CTU). Un CTB contiene un quadtree, cuyos nodos son unidades de codificación. El tamaño de un CTB puede variar desde 16x16 píxeles hasta 64x64 píxeles en el perfil principal HEVC. En algunos casos, se pueden admitir tamaños CTB de 8x8 píxeles. Un CTB puede dividirse de forma recursiva en unidades de codificación (CU) en forma de cuatro árboles. Una CU podría tener el mismo tamaño que una CTB y tan pequeña como 8x8 píxeles. En algunos casos, cada unidad de codificación se codifica con un modo, como el modo de intrapredicción o el modo de interpredicción. Cuando una CU se codifica mediante un modo de interpredicción, la CU puede dividirse adicionalmente en dos o cuatro unidades de predicción (PU), o puede tratarse como una PU cuando no se apliquen más particiones. Cuando dos PU están presentes en una CU, las dos PU pueden ser rectángulos de la mitad del tamaño o dos rectángulos que son 1/4 o 3/4 del tamaño de la CU.

[0093] Cuando la CU está intercodificada, puede estar presente un conjunto de información de movimiento para cada PU, que se puede derivar con un modo de interpredicción único. Por ejemplo, cada PU se puede codificar con un modo de interpredicción para derivar el conjunto de información de movimiento. En algunos casos, cuando una CU se codifica en forma intracomunitaria mediante el modo de intrapredicción, las formas de PU pueden ser 2Nx2N y NxN. Dentro de cada PU, se codifica un único modo de intrapredicción (mientras que el modo de predicción de croma se señala en el nivel de CU). En algunos casos, se permiten las formas NxN intra PU cuando el tamaño de CU actual es igual al tamaño de CU más pequeño definido en

SPS.

[0094] Para la predicción de movimiento en HEVC, hay dos modos de interpredicción para una unidad de predicción (PU), que incluyen el modo de fusión y el modo de predicción de vector de movimiento avanzado (AMVP). Omitir se considera un caso especial de fusión. En el modo AMVP o en el modo de fusión, se mantiene una lista de candidatos de vector de movimiento (MV) para múltiples predictores de vector de movimiento. Los vectores de movimiento, así como los índices de referencia en el modo de fusión, de la PU actual se generan tomando un candidato de la lista de candidatos MV.

[0095] En algunos ejemplos, la lista de candidatos de MV contiene hasta cinco candidatos para el modo de fusión y dos candidatos para el modo AMVP. En otros ejemplos, se pueden incluir diferentes números de candidatos en una lista de candidatos de MV para el modo de fusión y/o el modo AMVP. Un candidato de fusión puede contener un conjunto de información de movimiento. Por ejemplo, un conjunto de información de movimiento puede incluir vectores de movimiento correspondientes a ambas listas de imágenes de referencia (lista 0 y lista 1) y los índices de referencia. Si un candidato de fusión se identifica mediante un índice de fusión, las imágenes de referencia se usan para la predicción de los bloques actuales, así como también se determinan los vectores de movimiento asociados. Sin embargo, en el modo AMVP, para cada dirección de predicción potencial de la lista 0 o la lista 1, se debe indicar explícitamente un índice de referencia, junto con un índice predictor de MV (MVP) a la lista de candidatos de MV, ya que el candidato AMVP contiene solo un vector de movimiento. En el modo AMVP, los vectores de movimiento predichos pueden refinarse aún más.

[0096] Un candidato de fusión puede corresponder a un conjunto completo de información de movimiento, mientras que un candidato AMVP puede contener solo un vector de movimiento para una dirección de predicción específica y un índice de referencia. Los candidatos para ambos modos se derivan de manera similar de ellos bloques vecinos espaciales y temporales.

[0097] En algunos ejemplos, el modo de fusión permite que una PU interpredicha herede el mismo vector o vectores de movimiento, dirección de predicción e índice o índices de imágenes de referencia de una PU interpredicha que incluye una posición de datos de movimiento seleccionada de un grupo de posiciones de datos de movimiento espacialmente vecinas y una de las dos posiciones de datos de movimiento ubicadas temporalmente. Para el modo AMVP, el vector o los vectores de movimiento de una PU

se pueden codificar de forma predictiva con respecto a uno o más predictores de vectores de movimiento (MVP) a partir de una lista de candidatos de AMVP construida por un codificador. En algunos casos, para la predicción directa en una sola dirección de una PU, el codificador puede generar una única lista de candidatos de AMVP. En algunos casos, para la predicción bidireccional de una PU, el codificador puede generar dos listas de candidatos de AMVP, una que usa datos de movimiento de PU vecinas espaciales y temporales desde la dirección de predicción directa y otra que usa datos de movimiento de espacio y temporal PU vecinas desde la dirección de predicción hacia atrás.

[0098] Los candidatos para ambos modos pueden derivarse de bloques vecinos espaciales y/o temporales. Por ejemplo, la FIG. 2A y FIG. 2B incluyen diagramas conceptuales que ilustran candidatos vecinos espaciales en HEVC. La FIG. 2A ilustra candidatos de vector de movimiento vecino espacial (MV) para el modo de fusión. La FIG. 2B ilustra candidatos de vector de movimiento vecino espacial (MV) para el modo AMVP. Los candidatos de MV espacial se derivan de los bloques vecinos para una PU específica (PU0), aunque los métodos que generan los candidatos a partir de los bloques difieren para los modos de fusión y AMVP.

[0099] En el modo de fusión, el codificador puede formar una lista de candidatos de fusión considerando candidatos de fusión de varias posiciones de datos de movimiento. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 2A, se pueden derivar hasta cuatro candidatos MV espaciales con respecto a posiciones de datos de movimiento espacialmente vecinas mostradas con los números 0–4 en la FIG. 2A. En algunos ejemplos, estas posiciones de datos de movimiento espacialmente vecinas son posiciones de datos de movimiento espacialmente adyacentes inmediatamente adyacentes para un bloque actual como el PU0. Los candidatos a MV se pueden ordenar en la lista de candidatos combinados en el orden indicado por los números 0–4. Por ejemplo, las posiciones y el orden pueden incluir: posición izquierda (0), posición superior (1), posición superior derecha (2), posición inferior izquierda (3) y posición superior izquierda (4). En algunos ejemplos, existe una relación causal entre las posiciones de datos de movimiento espacialmente vecinas y el bloque actual basándose en el orden en donde se construye la lista de candidatos de fusión utilizando las posiciones de datos de movimiento espacialmente vecinas. En algunos ejemplos, las posiciones 0–4 de datos de movimiento espacialmente vecinas también pueden denominarse posiciones de datos de movimiento inmediatamente adyacentes causalmente vecinas.

[0100] En el modo AMVP mostrado en la FIG. 2B, los bloques vecinos se dividen en

dos grupos: el grupo de la izquierda incluye los bloques 0 y 1, y el grupo superior incluye los bloques 2, 3 y 4. Para cada grupo, el candidato potencial en un bloque vecino se refiere a la misma imagen de referencia ya que el indicado por el índice de referencia señalado tiene la mayor prioridad para ser elegido para formar un candidato final del grupo. Es posible que todos los bloques vecinos no contengan un vector de movimiento que apunte a la misma imagen de referencia. Por lo tanto, si no se puede encontrar dicho candidato, el primer candidato disponible se escalará para formar el candidato final, por lo que las diferencias de distancia temporal se pueden compensar. Se puede construir una lista de candidatos de AMVP utilizando los candidatos disponibles, que se pueden escalar adecuadamente. En algunos ejemplos, la lista de candidatos de AMVP puede incluir los candidatos disponibles entre las posiciones de datos de movimiento vecinas causalmente.

[0101] FIG. 3A y FIG. 3B incluyen diagramas conceptuales que ilustran la predicción de vectores de movimiento temporal en HEVC. Un candidato de predictor de vector de movimiento temporal (TMVP), si está habilitado y disponible, se agrega a una lista de candidatos de MV después de los candidatos de vector de movimiento espacial. El proceso de derivación del vector de movimiento para un candidato de TMVP es el mismo para los modos de fusión y AMVP. En algunos casos, sin embargo, el índice de referencia objetivo para el candidato de TMVP en el modo de fusión siempre se establece en cero.

[0102] La ubicación del bloque primario para la derivación del candidato de TMVP es el bloque inferior derecho fuera de la PU colocada, como se muestra en la FIG. 3A como un bloque "T", para compensar el sesgo hacia los bloques de arriba y de la izquierda utilizados para generar candidatos espaciales vecinos. Sin embargo, si ese bloque está ubicado fuera de la fila CTB (o LCU) actual o la información de movimiento no está disponible, el bloque se sustituye por un bloque central de la PU. Un vector de movimiento para un candidato de TMVP se deriva de la PU coubicada de la imagen coubicada, indicada en el nivel de corte. De manera similar al modo temporal directo en AVC, un vector de movimiento del candidato de TMVP puede estar sujeto a la escala del vector de movimiento, que se realiza para compensar las diferencias de distancia.

[0103] Otros aspectos de la predicción de movimiento también se tratan en HEVC, VVC y otras especificaciones de codificación de video. Por ejemplo, un aspecto incluye la escala de vectores de movimiento. En la escala de vectores de movimiento, se supone que el valor de los vectores de movimiento es proporcional a la distancia entre imágenes en el tiempo de presentación. En algunos ejemplos, un primer vector de movimiento se

puede asociar con dos imágenes, que incluyen una primera imagen de referencia y una primera imagen contenedora que incluye el primer vector de movimiento. El primer vector de movimiento se puede utilizar para predecir un segundo vector de movimiento. Para predecir el segundo vector de movimiento, se puede calcular una primera distancia entre la primera imagen contenedora y la primera imagen de referencia del primer movimiento basándose en los valores del recuento de orden de imágenes (POC) asociados con la primera imagen de referencia y la primera imagen contenedora.

[0104] Una segunda imagen de referencia y una segunda imagen de contención pueden asociarse con el segundo vector de movimiento que se va a predecir, donde la segunda imagen de referencia puede ser diferente de la primera imagen de referencia y la segunda imagen de contención puede ser diferente de la primera imagen de contención. Puede calcularse una segunda distancia entre la segunda imagen de referencia y la segunda imagen que contiene valores POC asociados con la segunda imagen de referencia y la segunda imagen que contiene, donde la segunda distancia puede ser diferente de la primera distancia. Para predecir el segundo vector de movimiento, el primer vector de movimiento se puede escalar basándose en la primera distancia y la segunda distancia. Para un candidato espacialmente vecino, la primera imagen contenedora y la segunda imagen contenedora del primer vector de movimiento y el segundo vector de movimiento, respectivamente, pueden ser iguales, mientras que la primera imagen de referencia y la segunda imagen de referencia pueden ser diferentes. En algunos ejemplos, la escala del vector de movimiento se puede aplicar para los modos TMVP y AMVP, para los candidatos vecinos espaciales y temporales.

[0105] Otro aspecto de la predicción de movimiento incluye la generación de candidatos de vectores de movimiento artificial. Por ejemplo, si una lista de candidatos a vectores de movimiento no está completa, los candidatos a vectores de movimiento artificiales se generan y se insertan al final de la lista de candidatos a vectores de movimiento hasta que se obtengan todos los candidatos. En el modo de fusión, hay dos tipos de candidatos MV artificiales: un primer tipo que incluye candidatos combinados derivados solo para cortes B; y el segundo tipo, que incluye cero candidatos utilizados solo para AMVP si el primer tipo no proporciona suficientes candidatos artificiales. Para cada par de candidatos que ya están en la lista de candidatos de vector de movimiento y que tienen información de movimiento relevante, los candidatos de vector de movimiento combinados bidireccionales pueden derivarse mediante una combinación del vector de movimiento del primer candidato que hace referencia a una imagen de la lista 0 y el vector de movimiento de un segundo candidato que se refiere a una imagen de la lista

1.

[0106] Otro aspecto de los modos de la fusión y AMVP incluye un proceso de poda para la inserción de candidatos. Por ejemplo, es posible que los candidatos de diferentes bloques sean los mismos, lo que reduce la eficacia de una lista de candidatos de fusión y/o una lista de candidatos de AMVP. Se puede aplicar un proceso de poda para solucionar este problema. El proceso de poda incluye comparar un candidato con los candidatos ya presentes en la lista de candidatos actual para evitar insertar candidatos idénticos o duplicados. Para reducir la complejidad de la comparación, el proceso de poda se puede realizar para que menos de todos los candidatos potenciales se inserten en la lista de candidatos.

[0107] En algunos ejemplos, se pueden implementar predicciones de vector de movimiento mejoradas. Por ejemplo, algunas herramientas de intercodificación se especifican en estándares de codificación de video como VVC, según los cuales se puede derivar o perfeccionar la lista de candidatos de predicción de vectores de movimiento o predicción de fusión para un bloque actual. A continuación, se describen ejemplos de tales enfoques.

[0108] Una predicción de vector de movimiento basada en historia es un método de predicción de vector de movimiento, donde pueden obtenerse o predecirse uno o más predictores de MV para un bloque actual a partir de una lista de MV previamente decodificados además de los de los campos de movimiento adyacentes causalmente adyacentes. Los predictores de MV en la lista de MV previamente decodificados se denominan candidatos de HMVP. Los candidatos de HMVP pueden incluir información de movimiento asociada con bloques intercodificados. Se puede mantener una tabla de HMVP con múltiples candidatos de HMVP durante un proceso de codificación y/o decodificación para un segmento. En algunos ejemplos, la tabla de HMVP se puede actualizar dinámicamente. Por ejemplo, después de decodificar un bloque intercodificado, la tabla de HMVP puede actualizarse agregando la información de movimiento asociada del bloque codificado intercodificado a la tabla de HMVP como un nuevo candidato de HMVP. En algunos ejemplos, la tabla de HMVP se puede vaciar cuando se encuentra un nuevo segmento.

[0109] La FIG. 4 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una tabla de HMVP 400. La tabla de HMVP 400 puede implementarse como un dispositivo de almacenamiento gestionado usando una regla “primero en entrar, primero en salir” (FIFO). Por ejemplo, los candidatos de HMVP que incluyen predictores de MV se pueden almacenar en la tabla 400 de HMVP. Los candidatos de HMVP se pueden

almacenar en un orden en donde se codifican o decodifican. En un ejemplo, el orden en donde se almacenan los candidatos de HMVP en la tabla 400 de HMVP puede corresponder a un momento en donde se construyen los candidatos de HMVP. Por ejemplo, cuando se implementa en un decodificador tal como el dispositivo de decodificación 112, se puede construir un candidato de HMVP para incluir información de movimiento de un bloque decodificado intercodificado. En algunos ejemplos, uno o más candidatos de HMVP de la tabla 400 de HMVP pueden incluir los predictores de vector de movimiento que se pueden usar para la predicción de vector de movimiento de un bloque actual por decodificar. En algunos ejemplos, uno o más candidatos de HMVP pueden incluir uno o más de dichos bloques decodificados previamente que pueden almacenarse en el orden de tiempo en donde fueron decodificados en una o más entradas de la tabla 400 de HMVP de una manera FIFO.

[0110] Se muestra que un índice candidato de HMVP 402 está asociado con la tabla de HMVP 400. El índice candidato de HMVP 402 puede identificar una o más entradas de la tabla de HMVP 400. Se muestra que el índice candidato de HMVP 402 incluye los valores de índice 0 a 4 de acuerdo con un ejemplo ilustrativo, donde cada uno de los valores de índice del índice candidato de HMVP 402 está asociado con una entrada correspondiente. La tabla 400 de HMVP puede incluir más o menos entradas que las mostradas y descritas con referencia a la FIG. 4 en otros ejemplos. A medida que se construyen los candidatos de HMVP, se completan en la tabla 400 de HMVP en forma FIFO. Por ejemplo, a medida que se decodifican los candidatos de HMVP, se insertan en la tabla de HMVP 400 en un extremo y se mueven secuencialmente a través de las entradas de la tabla de HMVP 400 hasta que salen de la tabla de HMVP 400 por el otro extremo. En consecuencia, se puede usar una estructura de memoria tal como un registro de desplazamiento para implementar la tabla 400 de HMVP en algunos ejemplos. En un ejemplo, el valor de índice 0 puede apuntar a una primera entrada de la tabla de HMVP 400, donde la primera entrada puede corresponder a un primer extremo de la tabla de HMVP 400 en la que se insertan los candidatos de HMVP. En consecuencia, el valor de índice 4 puede apuntar a una segunda entrada de la tabla de HMVP 400, donde la segunda entrada puede corresponder al segundo extremo de la tabla de HMVP 400 de la que salen los candidatos de HMVP o se vacían de la tabla de HMVP 400. En consecuencia, un candidato de HMVP que se inserta en la primera entrada en el valor de índice 0 puede atravesar la tabla 400 de HMVP para dejar espacio para candidatos de HMVP más nuevos o decodificados más recientemente hasta que el candidato de HMVP alcance la segunda entrada en el valor de índice 4. Por lo tanto,

entre los HMVP candidatos presentes en la tabla 400 de HMVP en un momento dado, el candidato de HMVP en la segunda entrada con el valor de índice 4 puede ser el más antiguo o el menos reciente, mientras que el candidato de HMVP en la primera entrada con el valor de índice 0 puede ser el más joven o más reciente. En general, el candidato de HMVP en la segunda entrada puede ser un candidato de HMVP más antiguo o construido menos recientemente que el candidato de HMVP en la primera entrada.

[0111] En la FIG. 4, los diferentes estados de la tabla 400 HMVP se identifican con 400A, 400B y 400C. Haciendo referencia al estado para los números de referencia 400A, se muestra que los candidatos de HMVP HMVP0 a HMVP4 están presentes en las entradas de la tabla de HMVP 400 en los valores de índice respectivos 4 a 0. Por ejemplo, HMVP0 puede ser el candidato de HMVP más antiguo o menos reciente que se insertó en la tabla de HMVP 400 en la primera entrada en el valor de índice 0. HMVP0 puede cambiarse secuencialmente para dejar espacio para los candidatos de HMVP insertados menos recientemente y más nuevos HMVP1 a HMVP4 hasta que HMVP0 alcance la segunda entrada en el valor de índice 4 que se muestra en el estado 400A. De manera correspondiente, HMVP4 puede ser el candidato de HMVP más reciente que se insertará en la primera entrada con el valor de índice 0. Por tanto, HMVP0 es un candidato de HMVP más antiguo o menos reciente en la tabla 400 de HMVP en relación con HMVP4.

[0112] En algunos ejemplos, uno o más de los candidatos de HMVP HMVP0 a HMVP4 pueden incluir información de vector de movimiento que puede ser redundante. Por ejemplo, un candidato de HMVP redundante puede incluir información de vector de movimiento que es idéntica a la información de vector de movimiento en uno o más candidatos de HMVP almacenados en la tabla 400 de HMVP. Dado que la información de vector de movimiento del candidato de HMVP redundante puede obtenerse de uno o más otros candidatos de HMVP, se puede evitar almacenar el candidato de HMVP redundante en la tabla 400 de HMVP. Al evitar que los candidatos de HMVP redundantes se almacenen en la tabla 400 de HMVP, los recursos de la tabla 400 de HMVP se pueden utilizar de manera más eficiente. En algunos ejemplos, antes de almacenar un candidato de HMVP en la tabla 400 de HMVP, se puede realizar una verificación de redundancia para determinar si el candidato de HMVP sería redundante (por ejemplo, la información del vector de movimiento del candidato de HMVP se puede comparar con la información del vector de movimiento de los otros candidatos de HMVP ya almacenados para determinar si hay una coincidencia).

[0113] En algunos ejemplos, el estado de 400B de la tabla de HMVP 400 es una

ilustración conceptual de la comprobación de redundancia descrita con anterioridad. En algunos ejemplos, los candidatos de HMVP se pueden completar en la tabla 400 de HMVP a medida que se decodifican, y la verificación de redundancia se puede realizar periódicamente, en lugar de realizarse como una prueba de umbral antes de que se almacenen los candidatos de HMVP. Por ejemplo, como se muestra en el estado de 400B, los candidatos de HMVP HMVP1 y HMVP3 pueden identificarse como candidatos redundantes (es decir, su información de movimiento es idéntica a la de uno de los otros candidatos de HMVP en la tabla de HMVP 400). Los candidatos de HMVP redundantes HMVP1 y HMVP3 se pueden eliminar y los candidatos de HMVP restantes se pueden cambiar en consecuencia.

[0114] Por ejemplo, como se muestra en el estado de 400C, los candidatos de HMVP HMVP2 y HMVP4 se desplazan hacia valores de índice más altos que corresponden a entradas más antiguas, mientras que HMVP0 que ya está en la segunda entrada al segundo final de la tabla de HMVP 400 no se muestra para cambiar más. En algunos ejemplos, cambiar los candidatos de HMVP HMVP2 y HMVP4 puede liberar espacio en la tabla 400 de HMVP para candidatos de HMVP más nuevos. En consecuencia, se muestra que los nuevos candidatos de HMVP HMVP5 y HMVP6 se desplazan a la tabla de HMVP 400, siendo HMVP6 el más nuevo o incluyendo la información del vector de movimiento decodificado más recientemente, y almacenado en la primera entrada en el valor de índice 0.

[0115] En algunos ejemplos, uno o más de los candidatos de HMVP de la tabla 400 de HMVP pueden usarse para construir otras listas de candidatos que pueden usarse para la predicción de movimiento del bloque actual. Por ejemplo, uno o más candidatos de HMVP de la tabla 400 de HMVP se pueden agregar a una lista de candidatos de fusión, por ejemplo, como candidatos de fusión adicionales. En algunos ejemplos, uno o más candidatos de HMVP de la misma tabla 400 de HMVP u otra tabla de HMVP de este tipo pueden añadirse a una lista de candidatos de predicción avanzada de vectores de movimiento (AMVP), por ejemplo, como predictores AMVP adicionales.

[0116] Por ejemplo, en un proceso de construcción de una lista de candidatos de fusión, algunos o todos los candidatos de HMVP almacenados en las entradas de la tabla 400 de HMVP pueden insertarse en la lista de candidatos de fusión. En algunos ejemplos, insertar los candidatos de HMVP en la lista de candidatos de fusión puede incluir la inserción de los candidatos de HMVP después de un candidato de predictor de vector de movimiento temporal (TMVP) en la lista de candidatos de fusión. Como se discutió previamente con referencia a la FIG. 3A y FIG. 3B, el candidato de TMVP, si está

habilitado y disponible, se puede agregar a una lista de candidatos de MV después de los candidatos de vector de movimiento espacial.

[0117] En algunos ejemplos, el proceso de poda descrito con anterioridad se puede aplicar a los candidatos de HMVP al construir la lista de candidatos de fusión. Por ejemplo, una vez que un número total de candidatos de combinación en la lista de candidatos de combinación alcanza el número máximo de candidatos de combinación permitidos, el proceso de construcción de la lista de candidatos de combinación puede terminarse y no se pueden insertar más candidatos de HMVP en la lista de candidatos de combinación. El número máximo de candidatos de fusión permitidos en la lista de candidatos de fusión puede ser un número predeterminado o un número que se puede señalar, por ejemplo, desde un codificador a un decodificador en donde se puede construir la lista de candidatos a fusionar.

[0118] En algunos ejemplos de construcción de la lista de candidatos para la combinación, se pueden insertar uno o más candidatos en la lista de candidatos para la combinación. En algunos ejemplos, la información de movimiento de bloques previamente codificados que pueden no ser adyacentes al bloque actual se puede utilizar para una predicción del vector de movimiento más eficiente. Por ejemplo, los candidatos de fusión espacial no adyacentes se pueden utilizar para construir la lista de candidatos de fusión. En algunos ejemplos, los candidatos de fusión espacial no adyacentes se pueden insertar antes que el candidato de TMVP en la lista de candidatos de fusión. En algunos ejemplos, los candidatos de fusión espacial no adyacentes pueden insertarse antes del candidato de TMVP en la misma lista de candidatos de fusión que puede incluir uno o más de los candidatos de HMVP insertados después del candidato de TMVP. La identificación y obtención de uno o más candidatos de fusión espacial no adyacentes que se pueden insertar en la lista de candidatos a fusión se describirá con referencia a la FIG. 5 a continuación.

[0119] [0004] La FIG. 5 es un diagrama de bloques que ilustra una imagen o segmento 500 que incluye un bloque actual 502 por codificar. En algunos ejemplos, se puede construir una lista de candidatos de fusión para codificar el bloque 502 actual. Por ejemplo, los vectores de movimiento para el bloque actual se pueden obtener de uno o más candidatos de fusión en la lista de candidatos de fusión. La lista de candidatos de fusión puede incluir la determinación de candidatos de fusión espacial no adyacentes. Por ejemplo, los candidatos de fusión espacial no adyacentes pueden incluir nuevos candidatos espaciales derivados de dos posiciones vecinas no adyacentes con respecto al bloque 502 actual.

[0120] Se muestran varios bloques adyacentes o vecinos del bloque actual 502, incluido un bloque arriba izquierdo B2 510 (arriba y a la izquierda del bloque actual 502), un bloque anterior B1 512 (arriba del bloque actual 502), un encima del bloque derecho B0 514 (arriba y a la derecha del bloque actual 502), un bloque izquierdo A1 516 (a la izquierda del bloque actual 502) y un bloque izquierdo debajo del bloque A0 518 (a la izquierda y debajo del bloque actual bloque 502). En algunos ejemplos, los candidatos de fusión espacial no adyacentes pueden obtenerse de uno del bloque no adyacente más cercano arriba y/o a la izquierda del bloque actual.

[0121] En algunos ejemplos, la obtención de los candidatos de fusión espacial no adyacente para el bloque actual 502 puede incluir trazar bloques previamente decodificados en una dirección vertical (por encima del bloque actual 502) y/o en una dirección horizontal (a la izquierda del bloque actual 502). Una distancia vertical trazada hacia atrás 504 indica una distancia vertical relativa al bloque actual 502 (por ejemplo, un límite superior del bloque actual 502) y un bloque vertical no adyacente V_N 520. Una distancia horizontal trazada hacia atrás 506 indica una distancia horizontal relativa al bloque actual 502 (por ejemplo, un límite izquierdo del bloque actual 502) y un bloque horizontal no adyacente H_N 522. La distancia vertical trazada hacia atrás 504 y la distancia horizontal trazada hacia atrás 506 están restringidas a una distancia máxima igual al tamaño de una unidad de árbol de codificación (CTU).

[0122] Los candidatos de fusión espacial no adyacente, como el bloque vertical no adyacente V_N 520 y el bloque horizontal no adyacente H_N 522, pueden identificarse trazando los bloques decodificados anteriores en la dirección vertical y la dirección horizontal, respectivamente. Por ejemplo, la búsqueda del bloque vertical no adyacente V_N 520 puede incluir un proceso de rastreo vertical inverso para determinar si existe un bloque intercodificado dentro de la distancia de retroceso vertical trazada 504 (restringida a un tamaño máximo de una CTU). Si tal bloque existe, entonces se identifica como el bloque vertical no adyacente V_N 520. En algunos ejemplos, se puede realizar un proceso de rastreo inverso horizontal después del proceso de rastreo inverso vertical. El proceso de rastreo inverso horizontal puede incluir determinar si existe un bloque intercodificado dentro de la distancia de retroceso horizontal 506 (restringida a un tamaño máximo de una CTU), y si se encuentra dicho bloque, se identifica como el bloque horizontal no adyacente H_N 522.

[0123] En algunos ejemplos, uno o más del bloque vertical no adyacente V_N 520 y el bloque horizontal no adyacente H_N 522 pueden recuperarse para su uso como candidatos de fusión espacial no adyacente. Un proceso de búsqueda puede incluir la

búsqueda del bloque vertical no adyacente $V_N 520$ si el bloque vertical no adyacente $V_N 520$ se identifica en el proceso de rastreo vertical inverso. El proceso de búsqueda puede continuar con el proceso de rastreo inverso horizontal. Si el bloque vertical no adyacente $V_N 520$ no se identifica en el proceso de rastreo inverso vertical, el proceso de rastreo inverso horizontal se puede terminar cuando se encuentra un bloque intercodificado o la distancia 506 rastreada horizontalmente excede la distancia máxima. Si el bloque vertical no adyacente $V_N 520$ se identifica y busca, el proceso de rastreo inverso horizontal se termina cuando se encuentra un bloque intercodificado que contiene un MV diferente al MV contenido en el bloque vertical no adyacente $V_N 520$ o si el bloque horizontal 506 la distancia remontada excede la distancia máxima. Como se señaló con anterioridad, uno o más de los candidatos de fusión espacial no adyacentes recuperados tales como el bloque vertical no adyacente $V_N 520$ y el bloque horizontal no adyacente $H_N 522$ se añaden antes del candidato de TMVP en la lista de candidatos de fusión.

[0124] Haciendo referencia de nuevo a la FIG. 4, en algunos casos, los candidatos de HMVP también se pueden utilizar para construir una lista de candidatos de AMVP. En un proceso de construcción de la lista de candidatos de AMVP, algunos o todos los candidatos de HMVP almacenados en las entradas de la misma tabla 400 de HMVP (o una tabla de HMVP diferente a la utilizada para la construcción de la lista de candidatos de fusión) se pueden insertar en la lista de candidatos de AMVP. En algunos ejemplos, insertar los candidatos de HMVP en la lista de candidatos de AMVP puede incluir insertar un conjunto de entradas (por ejemplo, un número de k entradas más recientes o menos recientes) de los candidatos de HMVP después del candidato TMVP en la lista de candidatos de AMVP. En algunos ejemplos, el proceso de poda descrito con anterioridad se puede aplicar a los candidatos de HMVP al construir la lista de candidatos de AMVP. En algunos ejemplos, solo aquellos candidatos de HMVP con una imagen de referencia que es la misma que una imagen de referencia objetivo AMVP pueden usarse para construir la lista de candidatos de AMVP.

[0125] Por consiguiente, el modo de predicción del predictor de vector de movimiento basado en la historia (HMVP) puede implicar el uso de una tabla de búsqueda basada en historial tal como la tabla 400 de HMVP que incluye uno o más candidatos de HMVP. Los candidatos de HMVP se pueden utilizar en modos de predicción mutua, como el modo de fusión y el modo AMVP. En algunos ejemplos, diferentes modos de interpretación pueden utilizar diferentes métodos para seleccionar candidatos de HMVP de la tabla 400 de HMVP.

[0126] En este documento se describen sistemas, aparatos, métodos (también denominados procesos) y medios legibles por computadora que están relacionados con la interpredicción en códecs de video. Por ejemplo, como se describe con más detalle en el presente documento, las técnicas descritas en el presente documento están relacionadas con el refinamiento del vector de movimiento del lado del decodificador (DMVR). En algunos casos, las técnicas pueden ser realizadas por uno o más del dispositivo de codificación 104, el dispositivo de decodificación 112 o una combinación de los mismos. En algunos ejemplos, las técnicas pueden aplicarse a cualquiera de los códecs de video existentes, como HEVC (codificación de video de alta eficiencia) y VVC (codificación de video versátil), o pueden ser una herramienta de codificación eficiente en cualquier estándar de codificación de video futuro.

[0127] En algunos ejemplos, las técnicas descritas también se pueden utilizar en la predicción de copia intrabloque (IBC). En la predicción IBC, o en un modo IBC, un bloque previamente codificado dentro de una trama puede usarse como predictor del bloque actual. En algunos ejemplos, los bloques codificados previamente se pueden obtener de la tabla de HMVP. En algunos ejemplos, la predicción IBC puede utilizar la redundancia en un marco de imagen o una imagen y realizar una coincidencia de bloques para predecir un bloque de muestras (por ejemplo, una CU, una PU u otro bloque de codificación) como un desplazamiento de un bloque reconstruido de muestras en una región vecina del marco de la imagen. Al eliminar la redundancia de los patrones repetidos de contenido, la predicción de IBC puede mejorar la eficiencia de la codificación.

[0128] En algunos ejemplos, en la predicción entre predicciones o en la predicción de copia dentro del bloque, diferentes modos de predicción mutua (por ejemplo, modo de fusión, modo AMVP y/u otros modos de predicción mutua) pueden compartir una misma tabla de HMVP. En algunos casos, los diferentes modos de interpredicción pueden utilizar el mismo método o métodos diferentes para seleccionar candidatos de la tabla de HMVP.

[0129] Como se mencionó con anterioridad, los candidatos de HMVP pueden insertarse en la tabla de HMVP de una manera FIFO. Por ejemplo, un candidato de HMVP más antiguo o menos reciente puede insertarse en la tabla de HMVP antes de que un candidato de HMVP más joven o más reciente se inserte en la tabla de HMVP. La tabla de HMVP puede incluir dos o más entradas para almacenar dos o más candidatos de HMVP, donde las dos o más entradas pueden tener dos o más valores de índice asociados. En algunos ejemplos, los valores de índice pueden seguir un orden de índice

que puede ser un orden ascendente desde el valor de índice más bajo (por ejemplo, “0”) al valor de índice más alto (por ejemplo, “N-1”, donde la tabla de HMVP tiene N entradas). En algunos ejemplos de la implementación FIFO, los candidatos de HMVP pueden cambiarse de entradas asociadas con valores de índice más bajos a entradas asociadas con valores de índice más altos a medida que se insertan candidatos de HMVP más nuevos o más recientes en la tabla de HMVP. Por lo tanto, en cualquier momento, una entrada de la tabla de HMVP con un valor de índice más alto puede incluir un candidato de HMVP más antiguo o menos reciente que una entrada con un valor de índice más bajo. Por ejemplo, una segunda entrada asociada con un segundo valor de índice puede incluir un candidato de HMVP menos reciente y una primera entrada asociada con un primer valor de índice puede incluir un candidato de HMVP más reciente donde el primer valor de índice es menor que el segundo valor de índice.

[0130] En algunos ejemplos, la selección de candidatos de HMVP de la tabla de HMVP para los diferentes modos de predicción puede basarse en un orden de selección asociado con los candidatos de HMVP. En algunos ejemplos, el orden de selección se puede definir con respecto al orden de índice con valores de índice ascendentes. En un ejemplo donde los valores de índice en el orden de índice incluyen un primer valor de índice que es menor que un segundo valor de índice en un orden ascendente de valores de índice, la expresión “orden de avance” puede incluir un orden de selección en donde un primer candidato de HMVP en se selecciona una primera entrada con el primer valor de índice antes de un segundo candidato de HMVP en una segunda entrada con el segundo valor de índice. En consecuencia, la expresión “orden inverso” puede incluir un orden de selección que es un orden inverso, donde el segundo candidato de HMVP en la segunda entrada con el segundo valor de índice se selecciona antes que el primer candidato de HMVP en la primera entrada con el primer valor de índice. Como se mencionó con anterioridad, la segunda entrada asociada con el segundo valor de índice puede incluir un candidato de HMVP menos reciente y la primera entrada asociada con el primer valor de índice puede incluir un candidato de HMVP más reciente. Se entenderá que, en los ejemplos discutidos en el presente documento, el orden de avance y el orden inverso pueden ser términos relativos que no pretenden transmitir ninguna dirección absoluta o limitación inherente.

[0131] En algunos ejemplos, con referencia a la tabla 400 de HMVP de la FIG. 4 (por ejemplo, en el estado 400A), el candidato de HMVP más antiguo o menos reciente (HMVP0) puede estar presente en la segunda entrada asociada con el valor de índice más alto (4) entre el conjunto de valores de índice de 0 a 4. El HMVP más joven o el

candidato de HMVP más reciente (HMVP4) puede estar presente en la primera entrada asociada con el valor de índice más bajo (0) entre el conjunto de valores de índice de 0 a 4. Por lo tanto, el orden de avance puede incluir la selección de candidatos de HMVP asociados con valores de índice comenzando por el valor de índice más bajo y continuando hacia el valor de índice más alto. Por ejemplo, la selección de candidatos de HMVP de la tabla 400 de HMVP en el orden de avance puede incluir la selección de candidatos de HMVP en un orden, en donde el candidato de HMVP más reciente en la primera entrada (asociado con el valor de índice más bajo) se selecciona antes que el candidato de HMVP menos reciente en la segunda entrada (asociada con el valor de índice más alto). En consecuencia, un orden inverso puede incluir la selección de candidatos de HMVP asociados con valores de índice comenzando desde el valor de índice más alto y continuando hacia el valor de índice más bajo. Por ejemplo, seleccionar candidatos de HMVP de la tabla 400 de HMVP en orden inverso puede incluir la selección de candidatos de HMVP en un orden en donde el candidato de HMVP menos reciente en la segunda entrada (asociado con el valor de índice más alto) se selecciona antes que el candidato de HMVP más reciente en la primera entrada (asociada con el valor de índice más bajo). En algunos ejemplos, la selección de candidatos de HMVP de acuerdo con diferentes métodos para diferentes modos de predicción puede incluir la selección de los candidatos de HMVP de acuerdo con diferentes órdenes seleccionados del orden de avance o el orden inverso.

[0132] En algunos ejemplos, la selección de candidatos de HMVP de acuerdo con diferentes métodos para diferentes modos de predicción también puede incluir la selección de candidatos de HMVP de la tabla de HMVP de acuerdo con diferentes “tasas de submuestreo”. En esta divulgación, seleccionar los candidatos de HMVP de una tabla de HMVP basada en una tasa de submuestreo se refiere a seleccionar los candidatos de HMVP, ya sea en el orden hacia adelante o en el orden inverso, de las entradas de la tabla de HMVP cuyos índices pueden estar espaciados por un cierto intervalo. Por ejemplo, una tasa de submuestreo de “1” podría significar seleccionar candidatos de HMVP de entradas asociadas con ubicaciones de índice secuenciales. Por ejemplo, los candidatos de HMVP seleccionados a la tasa de submuestreo de “1” pueden incluir candidatos de HMVP seleccionados de las entradas de la tabla de HMVP cuyos valores de índice no tienen espacios entre ellos (en orden directo o inverso). De manera similar, una tasa de submuestreo de R (donde R es un número entero positivo) puede incluir la selección de candidatos de HMVP de las entradas de la tabla de HMVP cuyos valores de índice están separados por R para candidatos de HMVP consecutivos seleccionados

(en orden directo o inverso). Aunque el submuestreo se discute en detalle en este documento con intervalos regulares o huecos o una tasa de submuestreo constante, es posible tener una tasa de submuestreo variable donde el intervalo o hueco puede cambiar entre los valores de índice de los candidatos de HMVP seleccionados.

[0133] Como se mencionó con anterioridad, la lista de candidatos de fusión y la lista de candidatos de AMVP se pueden construir a partir de la misma tabla de HMVP o de diferentes tablas de HMVP. Además, la construcción de la lista de candidatos de fusión y la lista de candidatos de AMVP puede incluir el mismo método o métodos diferentes, donde diferentes métodos pueden implicar diferentes órdenes de selección y/o diferentes tasas de submuestreo.

[0134] En algunos ejemplos, los candidatos de fusión en la lista de candidatos de fusión pueden usar los mismos vectores de movimiento que los obtenidos de los candidatos de HMVP seleccionados para construir la lista de candidatos de fusión. Por ejemplo, en el modo de fusión, la predicción del vector de movimiento puede incluir la herencia de información de movimiento de candidatos que se ubican temporalmente en el mismo lugar. En algunos ejemplos, los predictores de vectores de movimiento incluidos en los candidatos de HMVP más recientes pueden tener una correlación más fuerte con el bloque actual para el cual se derivan vectores de movimiento para la interpredicción en el modo de fusión. Por consiguiente, en algunos ejemplos, la construcción de la lista de candidatos combinados puede seguir el orden de avance de la selección de candidatos de HMVP, donde los candidatos de HMVP más recientes se seleccionan antes que los candidatos de HMVP menos recientes.

[0135] En algunos ejemplos, los vectores de movimiento para los candidatos de AMVP en la lista de candidatos de AMVP pueden predecirse a partir de los vectores de movimiento incluidos en los candidatos de HMVP. En algunos ejemplos, el candidato de HMVP más reciente en la tabla de HMVP puede tener menos correlación con un bloque actual que se predice usando el modo AMVP que un candidato de HMVP menos reciente. En VVC, por ejemplo, el uso de candidatos menos recientes en la tabla de HMVP para AMVP puede conducir a predicciones más precisas. Por ejemplo, un candidato de HMVP más antiguo puede incluir vectores de movimiento que pueden ser más útiles para predecir los vectores de movimiento para un bloque actual en el modo AMVP. En algunos ejemplos, el uso de candidatos de HMVP más antiguos o menos recientes para la predicción del modo AMVP puede conducir a eficiencias de codificación. Por consiguiente, en algunos ejemplos, la construcción de la lista de candidatos de AMVP puede seguir el orden inverso en donde se seleccionan los

candidatos de HMVP menos recientes antes que los candidatos de HMVP más recientes.

[0136] Se describirán ahora diferentes ejemplos de las técnicas descritas con anterioridad con referencia a la FIG. 6A, FIG. 6B, FIG. 7A y FIG. 7B. En estos ejemplos, se describen diferentes modos de interpredicción que pueden compartir la misma tabla de HMVP, pero utilizan diferentes métodos de selección para seleccionar candidatos de la tabla. En los siguientes ejemplos ilustrativos, el tamaño de la tabla de HMVP se puede denotar como N , la tasa de submuestreo se puede denotar como R , y index_start puede denotar el valor del índice inicial en la tabla de HMVP desde el cual la selección de candidatos puede comenzar en uno del siguiente orden o en orden inverso. Se puede asignar cualquier valor adecuado a los parámetros index_start , N y R .

[0137] FIG. 6A y FIG. 6B son diagramas de bloques que ilustran una tabla 600 de HMVP según aspectos de ejemplo de esta descripción. La tabla de HMVP 600 se muestra con 16 entradas cuyos valores de índice oscilan entre 0 y 15. Por ejemplo, el tamaño de la tabla de HMVP 600 se puede representar como $N = 16$ usando la notación mencionada con anterioridad. Las entradas de la tabla de HMVP 600 incluyen candidatos de HMVP similares a los candidatos de HMVP de la tabla de HMVP 400 descrita con referencia a la FIG. 4. En la tabla 600 de HMVP, se muestran 16 candidatos de HMVP, HMVP0 a HMVP15, que pueden haber sido rellenados en formato FIFO, siendo HMVP0 el candidato más antiguo o menos reciente en una segunda entrada con el valor de índice 15 y HMVP15 el candidato más joven o más reciente en una primera entrada con el valor de índice 0. Como se describió con anterioridad, un orden de selección de candidatos de HMVP puede incluir una dirección en la que la primera entrada se seleccionaría antes de la segunda entrada (aunque uno o más de la primera entrada o la segunda entrada en sí mismas no pueden seleccionarse, en función de las tasas de inicio de índice y submuestreo). De manera similar, un orden inverso de selección de los candidatos de HMVP puede incluir una dirección en la que la segunda entrada se seleccionaría antes que la primera entrada (incluso aunque una o más de la primera entrada o la segunda entrada en sí no se puedan seleccionar, en base a index_start y tasas de submuestreo).

[0138] En la FIG. 6A, se muestra un ejemplo ilustrativo para construir una lista de candidatos de fusión 602 seleccionando candidatos de HMVP de la tabla 600 de HMVP en un orden de avance. En la Fig. 6B, se muestra un ejemplo ilustrativo para construir una lista de candidatos de fusión 604 seleccionando candidatos de HMVP de la tabla 600 de HMVP en orden inverso. Se entiende que las listas de candidatos a la

combinación 602 y 604 pueden incluir uno o más candidatos a la combinación además de los obtenidos de la tabla 600 de HMVP, aunque no se ilustran. Por ejemplo, la lista de candidatos de combinación 602 y/o la lista de candidatos de combinación 604 también pueden incluir un candidato de Predictor de vector de movimiento temporal (TMVP) y uno o más candidatos de combinación espacial no adyacentes, como el bloque vertical no adyacente VN 520 y el bloque horizontal no adyacente HN 522 descrito con referencia a la FIG. 5.

[0139] En la FIG. 6A, la construcción de la lista de candidatos de fusión 602 puede incluir la selección de candidatos de HMVP en el orden de avance usando los parámetros, $\text{index_start} = 3$, $N = 16$, $R = 4$. En tal ejemplo, usando el orden de avance para seleccionar candidatos de la tabla de HMVP 600, puede llevar a los candidatos seleccionados a partir de valores de índice en el conjunto $\{3, 7, 11, 15\}$ formando la lista de candidatos de combinación 602. Por ejemplo, el valor index_start de 3 indica que el primer candidato de combinación en la lista de candidatos de combinación 602 es HMVP12 obtenido de una entrada asociada con el valor de índice 3 en la tabla 600 de HMVP. Dado que la tasa de submuestreo es $R = 4$, los candidatos de HMVP se seleccionan con una brecha de 4 valores de índice entre candidatos de HMVP consecutivos seleccionados. Por lo tanto, el siguiente candidato de combinación en la lista de candidatos de combinación 602 es HMVP8 obtenido de una entrada asociada con el valor de índice 7 en la tabla de HMVP 600. De manera similar, los siguientes dos candidatos de combinación en la lista de candidatos de combinación 602 son HMVP4 y HMVP0 obtenidos respectivamente de entradas asociadas con los valores de índice 11 y 15 en la tabla 600 de HMVP.

[0140] En la FIG. 6B, la construcción de la lista de candidatos fusionados 604 puede incluir la selección de candidatos de HMVP en el orden inverso usando los parámetros, $\text{index_start} = 13$, $N = 16$, $R = 4$. En tal ejemplo, usando el orden inverso para seleccionar candidatos de la tabla de HMVP 600, puede llevar a los candidatos seleccionados a partir de los valores de índice en el conjunto $\{13, 9, 5, 1\}$ formando la lista de candidatos de fusión 604. Por ejemplo, la lista de candidatos de fusión 604 formada utilizando el proceso de selección anterior puede incluir los candidatos de HMVP HMVP2, HMVP6, HMVP10 y HMVP14 respectivamente obtenidos de las entradas de la tabla 600 de HMVP en los valores de índice 13, 9, 5 y 1.

[0141] FIG. 7A y FIG. 7B son diagramas de bloques que ilustran una tabla de HMVP 700 según aspectos de ejemplo de esta descripción. La tabla de HMVP 700 se muestra con 16 entradas cuyos valores de índice oscilan entre 0 y 15. Por ejemplo, el tamaño de

la tabla de HMVP 700 puede representarse como $N = 16$ usando la notación mencionada con anterioridad. Las entradas de la tabla de HMVP 700 incluyen candidatos de HMVP similares a los candidatos de HMVP de la tabla de HMVP 400 descrita con referencia a la FIG. 4. En la tabla de HMVP 700, se muestran 16 candidatos de HMVP, HMVP0 a HMVP15, que pueden haber sido llenados en forma FIFO, siendo HMVP0 el candidato más antiguo o menos reciente en una segunda entrada con el valor de índice 15 y HMVP15 siendo el candidato más joven o más reciente en una primera entrada con el valor de índice 0. Como se describió con anterioridad, un orden de selección de candidatos de HMVP puede incluir una dirección en la que la primera entrada se seleccionaría antes de la segunda entrada (aunque uno o más de la primera entrada o la segunda entrada en sí mismas no pueden seleccionarse, en función de las tasas de inicio de índice y submuestreo). De manera similar, un orden inverso de selección de los candidatos de HMVP puede incluir una dirección en la que la segunda entrada se seleccionaría antes que la primera entrada (incluso aunque una o más de la primera entrada o la segunda entrada en sí no se puedan seleccionar, en base a `index_start` y tasas de submuestreo).

[0142] En la FIG. 7A, se muestra un ejemplo ilustrativo para construir una lista de candidatos de AMVP 702 seleccionando candidatos de HMVP de la tabla de HMVP 700 en un orden de avance. En la Fig. 7B, se muestra un ejemplo ilustrativo para construir una lista de candidatos de AMVP 704 seleccionando candidatos de HMVP de la tabla de HMVP 700 en orden inverso. En la Fig. 7A y 7B, los valores de `index_start`, N y R usados para el modo AMVP pueden ser los mismos (o diferentes) que los descritos con referencia a la FIG. 6A y 6B para el modo de fusión.

[0143] Por ejemplo, en la FIG. 7A, la construcción de la lista de candidatos de AMVP 702 puede incluir la selección de candidatos de HMVP en el orden de avance usando los parámetros, `index_start` = 1, $N = 16$, $R = 4$. En tal ejemplo, usando el orden de avance para seleccionar candidatos de la tabla de HMVP 700, puede llevar a los candidatos seleccionados a partir de valores de índice en el conjunto {1, 5, 9, 13} que forman la lista de candidatos de AMVP 702. Por ejemplo, el valor `index_start` de 1 indica que el primer candidato AMVP en la lista de candidatos de AMVP 702 es HMVP14 obtenido de una entrada asociada con el valor de índice 1 en la tabla de HMVP 700. Dado que la tasa de submuestreo es $R = 4$, los candidatos de HMVP se seleccionan con una brecha de 4 valores de índice entre candidatos de HMVP consecutivos seleccionados. Por lo tanto, el próximo candidato AMVP en la lista de candidatos de AMVP 702 es HMVP10 obtenido de una entrada asociada con el valor de índice 5 en la tabla de HMVP 700. De manera

similar, los siguientes dos candidatos de AMVP en la lista de candidatos de AMVP 702 son HMVP6 y HMVP2 obtenidos respectivamente entradas asociadas con los valores de índice 9 y 13 en la tabla de HMVP 700.

[0144] En la FIG. 7B, la construcción de la lista de candidatos de AMVP 704 puede incluir la selección de candidatos de HMVP en el orden inverso utilizando los parámetros, $\text{index_start} = 15$, $N = 16$, $R = 1$. Como se mencionó con anterioridad, $R = 1$ puede denominarse una tasa de submuestreo de 1, lo que significa que no se aplica ningún submuestreo. En tal ejemplo, usar el orden inverso para seleccionar candidatos de la tabla de HMVP 700, puede llevar a que los candidatos seleccionados de los valores de índice en el conjunto $\{15, 14, 13, 12\}$ formen la lista de candidatos de AMVP 704. Por ejemplo, La lista de candidatos de AMVP 704 formada utilizando el proceso de selección anterior puede incluir los candidatos de HMVP HMVP0, HMVP1, HMVP2 y HMVP3 obtenidos respectivamente de las entradas de la tabla de HMVP 700 en los valores de índice 15, 14, 13 y 12.

[0145] Por consiguiente, en algunos ejemplos, diferentes modos de interpredicción pueden incluir diferentes métodos para seleccionar candidatos de la tabla de HMVP. Por ejemplo, la lista de candidatos de fusión 602 de la FIG. 6A se puede construir seleccionando candidatos de HMVP de la tabla de HMVP 600 en el orden hacia adelante con una tasa de submuestreo de $R = 4$, y la lista de candidatos de AMVP 704 se puede construir seleccionando candidatos de HMVP de la tabla de HMVP 700 en el orden inverso con una tasa de submuestreo de $R = 1$. En general, la selección de candidatos en el orden de avance puede llevar a candidatos de HMVP seleccionados de la tabla de HMVP de entradas cuyos valores de índice pertenecen al conjunto $\{\text{index_start}, \text{index_start} + R, \text{index_start} + 2R, \dots\}$, y la selección de candidatos en el orden inverso puede llevar a candidatos de HMVP seleccionados de la tabla de HMVP de entradas cuyos valores de índice pertenecen al conjunto $\{N - \text{index_start}, N - \text{index_start} - R, N - \text{index_start} - 2R, \dots\}$.

[0146] En algunos ejemplos, diferentes modos de interpredicción pueden usar diferentes tablas HMVP. Por ejemplo, en el modo de fusión, se puede utilizar una única tabla de HMVP (por ejemplo, la tabla 600 de HMVP) para construir la lista de candidatos de fusión donde los candidatos de la tabla 600 de HMVP incluyen la información de movimiento de CU previamente codificadas entre predicciones. Por ejemplo, si la CU previamente codificada entre predicciones se predice usando predicción bidireccional, los candidatos de HMVP en la tabla de HMVP 600 pueden incluir la información de movimiento en ambas direcciones de predicción.

[0147] En otro ejemplo ilustrativo, en un modo AMVP de predicción bidireccional, se pueden usar dos tablas HMVP para obtener información de movimiento para cada dirección. Por ejemplo, se puede construir una lista de candidatos de AMVP para incluir la información de movimiento de la lista 0, y se puede construir otra lista de candidatos de AMVP para incluir la información de movimiento de la lista 1.

[0148] FIG. 8 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un proceso 800 para procesar datos de video usando las técnicas de predicción de vectores de movimiento basadas en el historial descritas en el presente documento. El proceso 800 puede ser realizado por un decodificador de video, tal como el dispositivo de decodificación 112 de la FIG. 1 y/o FIG. 10. En algunos casos, cuando el proceso 800 es realizado por un decodificador de video, los datos de video pueden incluir una imagen o una porción (por ejemplo, uno o más bloques) de la imagen a decodificar a partir de un flujo de bits de video codificado.

[0149] En el bloque 802, el proceso 800 incluye la obtención de uno o más bloques de datos de video. El bloque de datos de video puede incluir una CU, una TU, una PU u otro bloque de datos de video. Por ejemplo, los datos de video pueden incluir datos de video basados en bloques en los que los bloques de video se codifican con respecto a otros bloques utilizando vectores de movimiento almacenados en una tabla de vectores de movimiento basada en historial.

[0150] En el bloque 804, el proceso 800 incluye poblar una tabla de predicción de vector de movimiento basada en historial (HMVP) con dos o más candidatos de HMVP, en donde una primera entrada de la tabla de HMVP asociada con un primer valor de índice comprende un primer candidato de HMVP y una segunda entrada de la tabla de HMVP asociada con un segundo valor de índice comprende un segundo candidato de HMVP, siendo el primer valor de índice menor que el segundo valor de índice en un orden de índice. Por ejemplo, el proceso 800 puede poblar una tabla 700 de predicción de vector de movimiento basada en historial (HMVP) con dos o más candidatos de HMVP tales como los candidatos de HMVP HMVP0 a HMVP15. Por ejemplo, una primera entrada de la tabla de HMVP asociada con un primer valor de índice (0) puede incluir un primer HMVP candidato de HMVP15 y una segunda entrada de la tabla de HMVP asociada con un segundo valor de índice (15) puede incluir un segundo candidato de HMVP de HMVP0, donde el primer valor de índice 0 es menor que el segundo valor de índice 15 en un orden de índice. En algunos ejemplos, el primer candidato de HMVP HMVP15 puede ser un candidato de HMVP más reciente en la tabla de HMVP 700 e incluir información de movimiento decodificada por primera vez, y el segundo candidato de

HMVP HMVP0 puede ser un candidato de HMVP menos reciente en la tabla de HMVP 700 e incluir información de movimiento decodificada en una segunda vez, donde la primera vez es más tardía que la segunda vez.

[0151] En el bloque 806, el proceso 800 incluye seleccionar, para una lista de candidatos de predicción de vector de movimiento avanzado (AMVP), uno o más candidatos de HMVP de la tabla de HMVP en orden inverso, en donde el segundo candidato de HMVP se selecciona antes que el primer candidato de HMVP según el orden inverso. Por ejemplo, el proceso 800 puede seleccionar, para la lista de candidatos de AMVP 704, uno o más candidatos de HMVP HMVP0 a HMVP3 de la tabla de HMVP 700 en un orden inverso como se muestra en la FIG. 7B. En tal ejemplo, el segundo HMVP0 candidato a HMVP se seleccionaría antes que el primer HMVP15 candidato a HMVP según el orden inverso (aunque solo se muestran HMVP0 a HMVP3 en la lista 704 de candidatos de AMVP de la Figura 7B).

[0152] En el bloque 808, el proceso 800 incluye añadir uno o más candidatos de HMVP seleccionados a la lista de candidatos de AMVP, utilizándose la lista de candidatos de AMVP para realizar AMVP para el uno o más bloques. Por ejemplo, el proceso 800 puede agregar uno o más candidatos de HMVP seleccionados HMVP0 a HMVP3 a la lista de candidatos de AMVP 704, utilizándose la lista de candidatos de AMVP 704 para realizar AMVP para uno o más bloques de datos de video. En algunos ejemplos, el uno o más bloques pueden incluir un bloque actual a predecir usando uno o más candidatos de AMVP de la lista 704 de candidatos de AMVP.

[0153] En algunos ejemplos, seleccionar uno o más candidatos de HMVP de la tabla de HMVP en orden inverso para la lista de candidatos de AMVP 704 puede incluir seleccionar uno o más candidatos de HMVP HMVP0 a HMVP3 de entradas consecutivas de la tabla de HMVP asociadas con consecutivos valores de índice 15 a 12, sin realizar submuestreo de las entradas durante la selección. Por ejemplo, una tasa de submuestreo de $R = 1$ puede indicar que no se realiza un submuestreo de las entradas durante la selección.

[0154] En algunos ejemplos, también se puede construir una lista de candidatos de fusión a partir de la misma tabla de HMVP utilizada para construir la lista de candidatos de AMVP o de una tabla de HMVP diferente. En un ejemplo, la tabla de HMVP 600 mostrada en la FIG. 6A puede ser la misma tabla de HMVP que la tabla de HMVP 700 de la FIG. 7B. En algunos ejemplos, la lista de candidatos de fusión 602 se puede construir seleccionando uno o más candidatos de HMVP HMVP12, HMVP8, HMVP4 y HMVP0 de la tabla 600 de HMVP en un orden de avance. Según el orden de avance,

se puede seleccionar un primer HMVP candidato de HMVP15 en una primera entrada de la tabla de HMVP 600 asociada con un primer valor de índice (0) antes que un segundo candidato de HMVP de HMVP0 en una segunda entrada de la tabla de HMVP 600 asociada con un segundo valor de índice (15), aunque uno o más de los candidatos de HMVP HMVP15 y HMVP0 no necesitan ser seleccionados. En algunos ejemplos, el uno o más candidatos de HMVP seleccionados, HMVP12, HMVP8, HMVP4 y HMVP0, se pueden añadir a la lista de candidatos de fusión 602, utilizándose la lista de candidatos de fusión 602 para realizar la predicción de fusión para el uno o más bloques. En tales ejemplos, la selección de uno o más candidatos de HMVP HMVP12, HMVP8, HMVP4 y HMVP0 de la tabla de HMVP 600 en el orden de avance puede incluir un submuestreo de las entradas utilizando una tasa de submuestreo $R = 4$, donde una separación basada en la tasa de submuestreo se mantiene entre los valores de índice {3, 7, 11, 15} asociados con entradas de las que se seleccionan candidatos de HMVP consecutivos.

[0155] En algunos ejemplos, el tamaño de la tabla de HMVP (N), la tasa de submuestreo (R), la posición inicial (index_start), el número de tablas HMVP y/o los métodos de selección se pueden predefinir tanto en el codificador lado y el lado del decodificador, o se puede establecer como uno o más valores señalizados desde el codificador al decodificador en el nivel de secuencia (por ejemplo, un SPS u otra señalización de nivel de secuencia), nivel de imagen (por ejemplo, un PPS u otro nivel de señalización de imagen), nivel de segmento (por ejemplo, un encabezado de segmento u otra señalización de nivel de segmento), nivel de bloque u otra señalización adecuada. En algunos ejemplos, el uno o más valores para los diferentes parámetros se pueden señalar en Sequence Parameter Set (SPS), Picture Parameter Set (PPS), Slice Header (SH), Coding Tree Unit (CTU) o Coding Unit (CU).

[0156] En algunos ejemplos, los procesos descritos en el presente documento se pueden realizar mediante un dispositivo informático o un aparato, como el dispositivo de codificación 104, el dispositivo de decodificación 112 y/o cualquier otro dispositivo informático. En algunos casos, el dispositivo o aparato informático puede incluir un procesador, microprocesador, microcomputadora u otro componente de un dispositivo que esté configurado para llevar a cabo los pasos de los procesos descritos en este documento. En algunos ejemplos, el dispositivo o aparato informático puede incluir una cámara configurada para capturar datos de video (por ejemplo, una secuencia de video) que incluyen cuadros de video. Por ejemplo, el dispositivo informático puede incluir un dispositivo de cámara, que puede incluir o no un códec de video. Como otro ejemplo, el

dispositivo informático puede incluir un dispositivo móvil con una cámara (por ejemplo, un dispositivo de cámara como una cámara digital, una cámara IP o similar, un teléfono móvil o tableta que incluya una cámara u otro tipo de dispositivo con una cámara). En algunos casos, el dispositivo informático puede incluir una pantalla para mostrar imágenes. En algunos ejemplos, una cámara u otro dispositivo de captura que captura los datos de video está separado del dispositivo informático, en cuyo caso el dispositivo informático recibe los datos de video capturados. El dispositivo informático puede incluir, además, una interfaz de red, transceptor y/o transmisor configurado para comunicar los datos de video. La interfaz de red, el transceptor y/o el transmisor pueden configurarse para comunicar datos basados en el Protocolo de Internet (IP) u otros datos de la red.

[0157] Los procesos descritos en este documento pueden implementarse en hardware, instrucciones de computadora o una de sus combinaciones. En el contexto de las instrucciones de la computadora, las operaciones representan instrucciones ejecutables por computadora almacenadas en uno o más medios de almacenamiento legibles por computadora que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores, realizan las operaciones recitadas. En general, 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 que se describen las operaciones no debe interpretarse como una limitación, y cualquier número de las operaciones descritas se puede combinar en cualquier orden y/o en paralelo para implementar los procesos.

[0158] Además, los procesos descritos en el presente documento pueden realizarse bajo el control de uno o más sistemas informáticos configurados con instrucciones ejecutables y pueden implementarse como código (por ejemplo, instrucciones ejecutables, uno o más programas informáticos, o una o más aplicaciones) ejecutándose colectivamente en uno o más procesadores, por hardware, o combinaciones de ellos. Como se indicó con anterioridad, el código puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por computadora o legible por máquina, por ejemplo, en forma de un programa informático que comprende una pluralidad de instrucciones ejecutables por uno o más procesadores. El medio de almacenamiento legible por computadora o por máquina puede no ser transitorio.

[0159] Las técnicas de codificación discutidas aquí pueden implementarse en un sistema de codificación y decodificación de video de ejemplo (por ejemplo, sistema 100). En algunos ejemplos, un sistema incluye un dispositivo de origen que proporciona datos de video codificados para ser decodificados posteriormente por un dispositivo de

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

[0160] El dispositivo de destino puede recibir los datos de video codificados para ser decodificados a través del medio legible por computadora. El medio legible por computadora puede comprender cualquier tipo de medio o dispositivo capaz de mover los datos de video codificados del dispositivo de origen al dispositivo de destino. En un ejemplo, el medio legible por computadora puede comprender un medio de comunicación para permitir que el dispositivo de origen transmita datos de video codificados directamente al dispositivo de destino en tiempo real. Los datos de video codificados pueden modularse de acuerdo con un estándar de comunicación, como un protocolo de comunicación inalámbrico, y transmitirse al dispositivo de destino. El medio de comunicación puede comprender cualquier medio de comunicación inalámbrico o cableado, tal como un espectro de radiofrecuencia (RF) o una o más líneas de transmisión física. El medio de comunicación puede formar parte de una red basada en paquetes, como una red de área local, una red de área amplia o una red global como Internet. El medio de comunicación puede incluir enrutadores, conmutadores, estaciones base o cualquier otro equipo que pueda ser útil para facilitar la comunicación del dispositivo de origen al dispositivo de destino.

[0161] En algunos ejemplos, los datos codificados pueden enviarse desde la interfaz de salida a un dispositivo de almacenamiento. De manera similar, se puede acceder a los datos codificados desde el dispositivo de almacenamiento mediante la interfaz de entrada. El dispositivo de almacenamiento puede incluir cualquiera de una variedad de medios de almacenamiento de datos distribuidos o de acceso local, como un disco duro, discos Blu-ray, DVD, CD-ROM, memoria flash, memoria volátil o no volátil, o cualquier otro medio de almacenamiento digital adecuado para almacenar datos de video codificados. En otro ejemplo, el dispositivo de almacenamiento puede corresponder a un servidor de archivos u otro dispositivo de almacenamiento intermedio que puede

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

[0162] Las técnicas de esta divulgación no se limitan necesariamente a aplicaciones o configuraciones inalámbricas. Las técnicas se pueden aplicar a la codificación de video en apoyo de cualquiera de una variedad de aplicaciones multimedia, como transmisiones de televisión por aire, transmisiones de televisión por cable, transmisiones de televisión por satélite, transmisiones de video de transmisión por Internet, como transmisión dinámica adaptativa a través de HTTP (DASH), video digital que se codifica en un medio de almacenamiento de datos, decodificación de video digital almacenado en un medio de almacenamiento de datos u otras aplicaciones. En algunos ejemplos, el sistema puede configurarse para admitir transmisión de video unidireccional o bidireccional para admitir aplicaciones como transmisión de video, reproducción de video, transmisión de video y/o telefonía de video.

[0163] En un ejemplo, el dispositivo de origen incluye una fuente de video, un codificador de video y una interfaz de salida. El dispositivo de destino puede incluir una interfaz de entrada, un decodificador de video y un dispositivo de visualización. El codificador de video del dispositivo de origen puede configurarse para aplicar las técnicas aquí descritas. En otros ejemplos, un dispositivo de origen y un dispositivo de destino pueden incluir otros componentes o disposiciones. Por ejemplo, el dispositivo de origen puede recibir datos de video de una fuente de video externa, como una cámara externa. Del mismo modo, el dispositivo de destino puede interactuar con un dispositivo de visualización externo, en lugar de incluir un dispositivo de visualización integrado.

[0164] El sistema de ejemplo anterior es simplemente un ejemplo. Las técnicas para procesar datos de video en paralelo pueden realizarse mediante cualquier dispositivo digital de codificación y/o decodificación de video. Aunque generalmente las técnicas de la presente divulgación se realizan mediante un dispositivo de codificación de video, las técnicas también se pueden realizar mediante un codificador/decodificador de video, típicamente denominado "CODEC". Además, las técnicas de la presente divulgación también pueden ser realizadas por un preprocesador de video. El dispositivo de origen y el dispositivo de destino son simplemente ejemplos de tales dispositivos de codificación en los que el dispositivo de origen genera datos de video codificados para su transmisión al dispositivo de destino. En algunos ejemplos, los dispositivos de origen y de destino pueden funcionar de manera sustancialmente simétrica de manera que cada uno de los dispositivos incluya componentes de codificación y decodificación de video. Por lo tanto, los sistemas de ejemplo pueden admitir la transmisión de video unidireccional o bidireccional entre dispositivos de video, por ejemplo, para transmisión de video, reproducción de video, transmisión de video o telefonía de video.

[0165] La fuente de video puede incluir un dispositivo de captura de video, tal como una cámara de video, un archivo de video que contiene video previamente capturado, y/o una interfaz de alimentación de video para recibir video de un proveedor de contenido de video. Como alternativa adicional, la fuente de video puede generar datos basados en gráficos de computadora como el video fuente, o una combinación de video en vivo, video archivado y video generado por computadora. En algunos casos, si la fuente de video es una cámara de video, el dispositivo de origen y el dispositivo de destino pueden formar los llamados teléfonos con cámara o teléfonos con video. Sin embargo, como se mencionó con anterioridad, las técnicas descritas en la presente divulgación pueden ser aplicables a la codificación de video en general, y pueden aplicarse a aplicaciones inalámbricas y/o cableadas. En cada caso, el video capturado, precapturado o generado por computadora puede ser codificado por el codificador de video. La información de video codificada se puede enviar luego por medio de una interfaz de salida al medio legible por computadora.

[0166] Como se señaló, el medio legible por computadora puede incluir medios transitorios, tales como una transmisión inalámbrica o transmisión de red cableada, o medios de almacenamiento (es decir, medios de almacenamiento no transitorios), como un disco duro, unidad flash, disco compacto, disco de video digital, disco Blu-ray u otros medios legibles por computadora. En algunos ejemplos, un servidor de red (no mostrado) puede recibir datos de video codificados del dispositivo de origen y

proporcionar los datos de video codificados al dispositivo de destino, por ejemplo, a través de la transmisión de red. De manera similar, un dispositivo informático de una instalación de producción media, como una instalación de estampado de disco, puede recibir datos de video codificados desde el dispositivo de origen y producir un disco que contenga los datos de video codificados. Por lo tanto, puede entenderse que el medio legible por computadora incluye uno o más medios legibles por computadora de diversas formas, en varios ejemplos.

[0167] La interfaz de entrada del dispositivo de destino recibe información del medio legible por computadora. La información del medio legible por computadora puede incluir información de sintaxis definida por el codificador de video, que también es utilizado por el decodificador de video, que incluye elementos de sintaxis que describen características y/o procesamiento de bloques y otras unidades codificadas, por ejemplo, grupo de imágenes (GOP). Un dispositivo de visualización muestra los datos de video decodificados a un usuario, y puede comprender cualquiera de una variedad de dispositivos de visualización, como un tubo de rayos catódicos (CRT), una pantalla de cristal líquido (LCD), una pantalla de plasma, un diodo orgánico emisor de luz (OLED) u otro tipo de dispositivo de visualización. Se han descrito varias formas de realización de la aplicación.

[0168] Los detalles específicos del dispositivo de codificación 104 y el dispositivo de decodificación 112 se muestran en la FIG. 9 y la FIG. 10, respectivamente. La FIG. 9 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo 104 de codificación de ejemplo que puede implementar una o más de las técnicas descritas en la presente divulgación. El dispositivo de codificación 104 puede generar, por ejemplo, las estructuras de sintaxis descritas en este documento (por ejemplo, las estructuras de sintaxis de un VPS, SPS, PPS u otros elementos de sintaxis). El dispositivo de codificación 104 puede realizar codificación intrapredicción e interpredicción de bloques de video dentro de cortes del video. Como se describió con anterioridad, la codificación interna se basa, al menos en parte, en la predicción espacial para reducir o eliminar la redundancia espacial dentro de un cuadro o imagen de video dado. La intercodificación se basa, al menos en parte, en la predicción temporal para reducir o eliminar la redundancia temporal dentro de los cuadros adyacentes o circundantes de una secuencia de video. Intramodo (modo I) puede referirse a cualquiera de varios modos de compresión basados en el espacio. Los intermodos, como la predicción unidireccional (modo P) o la bipredicción (modo B), pueden referirse a cualquiera de varios modos de compresión basados en el tiempo.

[0169] El dispositivo de codificación 104 incluye una unidad de partición 35, unidad de

procesamiento de predicción 41, unidad de filtro 63, memoria de imagen 64, sumador 50, unidad de procesamiento de transformación 52, unidad de cuantificación 54 y unidad de codificación de entropía 56. La unidad de procesamiento de predicción 41 incluye la unidad de estimación de movimiento 42, unidad de compensación de movimiento 44 y unidad de procesamiento de intrapredicción 46. Para la reconstrucción de bloques de video, el dispositivo de codificación 104 también incluye la unidad de cuantificación inversa 58, la unidad de procesamiento de transformación inversa 60 y el sumador 62. La unidad de filtro 63 está destinada a representar uno o más filtros de bucle, como un filtro de desbloqueo, un filtro de bucle adaptativo (ALF) y un filtro de desplazamiento adaptativo de muestra (SAO). Aunque la unidad de filtro 63 se muestra en la FIG. 9 como un filtro en bucle, en otras configuraciones, la unidad de filtro 63 puede implementarse como un filtro de bucle posterior. Un dispositivo de procesamiento posterior 57 puede realizar un procesamiento adicional en datos de video codificados generados por el dispositivo de codificación 104. Las técnicas de la presente divulgación pueden implementarse en algunos casos mediante el dispositivo de codificación 104. Sin embargo, en otros casos, una o más de las técnicas de la presente divulgación puede implementarse mediante el dispositivo de procesamiento posterior 57.

[0170] Como se muestra en la FIG. 9, el dispositivo de codificación 104 recibe datos de video, y la unidad de partición 35 divide los datos en bloques de video. La partición también puede incluir la división en segmentos, segmentos de segmentos, mosaicos u otras unidades más grandes, así como la división de bloques de video, por ejemplo, de acuerdo con una estructura de cuadrilátero de LCU y CU. El dispositivo de codificación 104 generalmente ilustra los componentes que codifican bloques de video dentro de un segmento de video a codificar. El segmento puede dividirse en múltiples bloques de video (y posiblemente en conjuntos de bloques de video conocidos como mosaicos). La unidad de procesamiento de predicción 41 puede seleccionar uno de una pluralidad de modos de codificación posibles, como uno de una pluralidad de modos de codificación de intrapredicción o uno de una pluralidad de modos de codificación de interpredicción, para el bloque de video actual basado en resultados de error (por ejemplo, tasa de codificación y el nivel de distorsión, o similares). La unidad de procesamiento de predicción 41 puede proporcionar el bloque intra- o intercodificado resultante al sumador 50 para generar datos de bloque residual y al sumador 62 para reconstruir el bloque codificado para su uso como imagen de referencia.

[0171] La unidad de procesamiento de intrapredicción 46 dentro de la unidad de procesamiento de predicción 41 puede realizar la codificación de intrapredicción del

bloque de video actual en relación con uno o más bloques vecinos en el mismo cuadro o segmento que el bloque actual a codificar para proporcionar compresión espacial. La unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44 dentro de la unidad de procesamiento de predicción 41 realizan una codificación interpredictiva del bloque de video actual en relación con uno o más bloques predictivos en una o más imágenes de referencia para proporcionar compresión temporal.

[0172] La unidad de estimación de movimiento 42 puede configurarse para determinar el modo de intrapredicción para un segmento de video de acuerdo con un patrón predeterminado para una secuencia de video. El patrón predeterminado puede designar segmentos de video en la secuencia como segmentos P, segmentos B o segmentos GPB. La unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44 pueden estar altamente integradas, pero se ilustran por separado con fines conceptuales. La estimación de movimiento, realizada por la unidad de estimación de movimiento 42, es el proceso de generar vectores de movimiento, que estiman el movimiento para bloques de video. Un vector de movimiento, por ejemplo, puede indicar el desplazamiento de una unidad de predicción (PU) de un bloque de video dentro de un cuadro o imagen de video actual en relación con un bloque predictivo dentro de una imagen de referencia.

[0173] Un bloque predictivo es un bloque que se encuentra que coincide estrechamente con la PU del bloque de video a codificar en términos de diferencia de píxeles, que puede determinarse por la suma de la diferencia absoluta (SAD), la suma de la diferencia cuadrada (SSD) u otras métricas de diferencia. En algunos ejemplos, el dispositivo de codificación 104 puede calcular valores para posiciones de píxel subentero de imágenes de referencia almacenadas en la memoria de imagen 64. Por ejemplo, el dispositivo de codificación 104 puede interpolar valores de posiciones de un cuarto de píxel, posiciones de un octavo de píxel u otras posiciones de píxeles fraccionales de la imagen de referencia. Por lo tanto, la unidad de estimación de movimiento 42 puede realizar una búsqueda de movimiento en relación con las posiciones de píxel completo y las posiciones de píxel fraccionales y generar un vector de movimiento con precisión de píxel fraccional.

[0174] La unidad de estimación de movimiento 42 calcula un vector de movimiento para una PU de un bloque de video en un segmento codificado comparando la posición de la PU con la posición de un bloque predictivo de una imagen de referencia. La imagen de referencia se puede seleccionar de una primera lista de imágenes de referencia (Lista 0) o una segunda lista de imágenes de referencia (Lista 1), cada una de las cuales

identifica una o más imágenes de referencia almacenadas en la memoria de imágenes 64. La unidad de estimación de movimiento 42 envía el movimiento calculado a la unidad de codificación de vector a entropía 56 y a la unidad de compensación de movimiento 44.

[0175] La compensación de movimiento, realizada por la unidad de compensación de movimiento 44, puede implicar buscar o generar el bloque predictivo basado en el vector de movimiento determinado por la estimación de movimiento, posiblemente realizando interpolaciones a una precisión de subpíxel. Al recibir el vector de movimiento para la PU del bloque de video actual, la unidad de compensación de movimiento 44 puede localizar el bloque predictivo al que apunta el vector de movimiento en una lista de imágenes de referencia. El dispositivo de codificación 104 forma un bloque de video residual restando los valores de píxeles del bloque predictivo de los valores de píxeles del bloque de video actual que se está codificando, formando valores de diferencia de píxeles. Los valores de diferencia de píxeles forman datos residuales para el bloque y pueden incluir componentes de diferencia de luma y croma. El sumador 50 representa el componente o componentes que realizan esta operación de resta. La unidad de compensación de movimiento 44 también puede generar elementos de sintaxis asociados con los bloques de video y el segmento de video para uso por el dispositivo de decodificación 112 en la decodificación de los bloques de video del segmento de video.

[0176] La unidad de procesamiento de intrapredicción 46 puede predecir dentro de un bloque actual, como una alternativa a la intrapredicción realizada por la unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44, como se describió con anterioridad. En particular, la unidad de procesamiento de intrapredicción 46 puede determinar un modo de intrapredicción para usar para codificar un bloque actual. En algunos ejemplos, la unidad de procesamiento de intrapredicción 46 puede codificar un bloque actual utilizando varios modos de intrapredicción (por ejemplo, durante pasadas de codificación separadas), y la unidad de procesamiento de intrapredicción 46 puede seleccionar un modo de intrapredicción apropiado para usar de modos probados. Por ejemplo, la unidad de procesamiento de intrapredicción 46 puede calcular los valores de distorsión de frecuencia utilizando un análisis de distorsión de frecuencia para los diversos modos de intrapredicción probados, y puede seleccionar el modo de intrapredicción que tenga las mejores características de distorsión de frecuencia entre los modos probados. El análisis de distorsión de velocidad generalmente determina una cantidad de distorsión (o error) entre un bloque codificado y un bloque original no codificado que se codificó para producir el bloque codificado, así

como una velocidad de bits (es decir, una cantidad de bits) utilizada para producir el bloque codificado. La unidad de procesamiento de intrapredicción 46 puede calcular relaciones a partir de las distorsiones y velocidades para los diversos bloques codificados para determinar qué modo de intrapredicción exhibe el mejor valor de distorsión de velocidad para el bloque.

[0177] En cualquier caso, después de seleccionar un modo de intrapredicción para un bloque, la unidad de procesamiento de intrapredicción 46 puede proporcionar información indicativa del modo de intrapredicción seleccionado para la unidad de codificación de bloque a entropía 56. La unidad de codificación de entropía 56 puede codificar la información que indica el modo intrapredicción seleccionado. El dispositivo de codificación 104 puede incluir en la configuración de flujo de bits transmitido definiciones de datos de contextos de codificación para varios bloques, así como indicaciones de un modo intrapredicción más probable, una tabla de índice de modo intrapredicción y una tabla de índice de modo intrapredicción modificada para utilizar para cada uno de los contextos. Los datos de configuración de flujo de bits pueden incluir una pluralidad de tablas de índice de modo de intrapredicción y una pluralidad de tablas de índice de modo de predicción modificada (también denominadas tablas de mapeo de palabras de código).

[0154] Después de que la unidad de procesamiento de predicción 41 genera el bloque predictivo para el bloque de video actual mediante interpredicción o intrapredicción, el dispositivo de codificación 104 forma un bloque de video residual restando el bloque predictivo del bloque de video actual. Los datos de video residual en el bloque residual pueden incluirse en una o más TU y aplicarse a la unidad de procesamiento de transformación 52. La unidad de procesamiento de transformación 52 transforma los datos de video residual en coeficientes de transformación residual usando una transformada, tal como una transformada de coseno discreto (DCT) o una transformada conceptualmente similar. La unidad de procesamiento de transformación 52 puede convertir los datos de video residuales de un dominio de píxeles a un dominio de transformación, tal como un dominio de frecuencia.

[0178] La unidad de procesamiento de transformación 52 puede enviar los coeficientes de transformación resultantes a la unidad de cuantificación 54. La unidad de cuantificación 54 cuantifica los coeficientes de transformación para reducir aún más la velocidad de bits. El proceso de cuantificación puede reducir la profundidad de bits asociada con algunos o todos los coeficientes. El grado de cuantificación puede modificarse ajustando un parámetro de cuantificación. En algunos ejemplos, la unidad

de cuantificación 54 puede realizar luego una exploración de la matriz que incluye los coeficientes de transformación cuantificados. Alternativamente, la unidad de codificación de entropía 56 puede realizar la exploración.

[0179] Después de la cuantificación, la unidad de codificación de entropía 56 codifica por entropía los coeficientes de transformación cuantificados. Por ejemplo, la unidad de codificación de entropía 56 puede realizar codificación de longitud variable adaptativa de contexto (CAVLC), codificación aritmética binaria adaptativa de contexto (CABAC), codificación aritmética binaria adaptativa de contexto basada en sintaxis (SBAC), codificación de entropía de división de intervalo de probabilidad (PIPE) u otra técnica de codificación de entropía. Después de la codificación de entropía por la unidad de codificación de entropía 56, el flujo de bits codificado puede transmitirse al dispositivo de decodificación 112, o archivarse para su posterior transmisión o recuperación por el dispositivo de decodificación 112. La unidad de codificación de entropía 56 también puede codificar entropía los vectores de movimiento y la otra sintaxis elementos para el segmento de video actual que se codifica.

[0180] La unidad de cuantificación inversa 58 y la unidad de procesamiento de transformación inversa 60 aplican cuantificación inversa y transformación inversa, respectivamente, para reconstruir el bloque residual en el dominio de píxeles para su uso posterior como bloque de referencia de una imagen de referencia. La unidad de compensación de movimiento 44 puede calcular un bloque de referencia añadiendo el bloque residual a un bloque predictivo de una de las imágenes de referencia dentro de una lista de imágenes de referencia. La unidad de compensación de movimiento 44 también puede aplicar uno o más filtros de interpolación al bloque residual reconstruido para calcular valores de píxel subenteros para usar en la estimación de movimiento. El sumador 62 agrega el bloque residual reconstruido al bloque de predicción de movimiento compensado producido por la unidad de compensación de movimiento 44 para producir un bloque de referencia para almacenamiento en la memoria de imagen 64. El bloque de referencia puede ser utilizado por la unidad de estimación de movimiento 42 y la unidad de compensación de movimiento 44 como referencia bloque para predecir un bloque en un cuadro de video o imagen posterior.

[0181] El dispositivo de codificación 104 puede realizar cualquiera de las técnicas descritas en este documento. Algunas técnicas de la presente divulgación se han descrito generalmente con respecto al dispositivo de codificación 104, pero como se mencionó con anterioridad, algunas de las técnicas de la presente divulgación también pueden implementarse mediante el dispositivo de procesamiento posterior 57.

[0182] [0005] El dispositivo de codificación 104 de la FIG. 9 representa un ejemplo de un codificador de video configurado para realizar una o más de las técnicas de codificación por transformación descritas en este documento. El dispositivo de codificación 104 puede realizar cualquiera de las técnicas descritas en este documento, incluidos los procesos descritos con anterioridad con respecto a la FIG. 8.

[0183] La FIG. 10 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de dispositivo de decodificación 112. El dispositivo de decodificación 112 incluye una unidad de decodificación de entropía 80, unidad de procesamiento de predicción 81, unidad de cuantificación inversa 86, unidad de procesamiento de transformación inversa 88, sumador 90, unidad de filtro 91 y memoria de imagen 92. La unidad de procesamiento de predicción 81 incluye la unidad de compensación de movimiento 82 y la unidad de procesamiento de intrapredicción 84. El dispositivo de decodificación 112 puede realizar, en algunos ejemplos, una pasada de decodificación generalmente recíproca a la pasada de codificación descrita con respecto al dispositivo de codificación 104 de la FIG. 9.

[0184] Durante el proceso de decodificación, el dispositivo de decodificación 112 recibe un flujo de bits de video codificado que representa bloques de video de un segmento de video codificado y elementos de sintaxis asociados enviados por el dispositivo de codificación 104. En algunas formas de realización, el dispositivo de decodificación 112 puede recibir el video codificado flujo de bits desde el dispositivo de codificación 104. En algunas formas de realización, el dispositivo de decodificación 112 puede recibir el flujo de bits de video codificado de una entidad de red 79, tal como un servidor, un elemento de red con reconocimiento de medios (MANE), un editor/empalmador de video u otro dicho dispositivo configurado para implementar una o más de las técnicas descritas con anterioridad. La entidad de red 79 puede incluir o no el dispositivo de codificación 104. Algunas de las técnicas descritas en la presente divulgación pueden implementarse por la entidad de red 79 antes de que la entidad de red 79 transmita el flujo de bits de video codificado al dispositivo de decodificación 112. En algunos sistemas de decodificación de video, la entidad de red 79 y el dispositivo de decodificación 112 pueden ser partes de dispositivos separados, mientras que, en otros casos, la funcionalidad descrita con respecto a la entidad de red 79 puede ser realizada por el mismo dispositivo que comprende el dispositivo de decodificación 112.

[0185] La unidad de decodificación de entropía 80 del dispositivo de decodificación 112 entropía decodifica el flujo de bits para generar coeficientes cuantificados, vectores de movimiento y otros elementos de sintaxis. La unidad de decodificación de entropía 80

reenvía los vectores de movimiento y otros elementos de sintaxis a la unidad de procesamiento de predicción 81. El dispositivo de decodificación 112 puede recibir los elementos de sintaxis en el nivel de segmento de video y/o el nivel de bloque de video. La unidad de decodificación de entropía 80 puede procesar y analizar elementos de sintaxis de longitud fija y elementos de sintaxis de longitud variable en o más conjuntos de parámetros, tales como un VPS, SPS y PPS.

[0186] Cuando el segmento de video se codifica como un segmento intracodificado (I), la unidad de procesamiento de intrapredicción 84 de la unidad de procesamiento de predicción 81 puede generar datos de predicción para un bloque de video del segmento de video actual basado en un modo de intrapredicción señalado y datos de bloques previamente decodificados del cuadro o imagen actual. Cuando el cuadro de video se codifica como un segmento intercodificado (es decir, B, P o GPB), la unidad de compensación de movimiento 82 de la unidad de procesamiento de predicción 81 produce bloques predictivos para un bloque de video del segmento de video actual basado en los vectores de movimiento y otros elementos de sintaxis recibidos de la unidad de decodificación de entropía 80. Los bloques predictivos pueden producirse a partir de una de las imágenes de referencia dentro de una lista de imágenes de referencia. El dispositivo de decodificación 112 puede construir las listas de cuadros de referencia, Lista 0 y Lista 1, usando técnicas de construcción por defecto basadas en imágenes de referencia almacenadas en la memoria de imágenes 92.

[0187] La unidad de compensación de movimiento 82 determina la información de predicción para un bloque de video del segmento de video actual analizando los vectores de movimiento y otros elementos de sintaxis, y usa la información de predicción para producir los bloques predictivos para el bloque de video actual que se decodifica. Por ejemplo, la unidad de compensación de movimiento 82 puede usar uno o más elementos de sintaxis en un conjunto de parámetros para determinar un modo de predicción (por ejemplo, intra- o interpredicción) utilizado para codificar los bloques de video del segmento de video, un tipo de segmento de intrapredicción (por ejemplo, segmento B, segmento P o segmento GPB), información de construcción para una o más listas de imágenes de referencia para el segmento, vectores de movimiento para cada bloque de video intercodificado del segmento, estado de predicción para cada video codificado bloque del segmento y otra información para decodificar los bloques de video en el segmento de video actual.

[0188] La unidad de compensación de movimiento 82 también puede realizar interpolación basada en filtros de interpolación. La unidad de compensación de

movimiento 82 puede usar filtros de interpolación tal como los usa el dispositivo de codificación 104 durante la codificación de los bloques de video para calcular los valores interpolados para los píxeles subenteros de los bloques de referencia. En este caso, la unidad de compensación de movimiento 82 puede determinar los filtros de interpolación usados por el dispositivo de codificación 104 a partir de los elementos de sintaxis recibidos, y puede usar los filtros de interpolación para producir bloques predictivos.

[0189] La unidad de cuantificación inversa 86 cuantifica o descuantifica los coeficientes de transformación cuantificados proporcionados en el flujo de bits y decodificados por la unidad de decodificación de entropía 80. El proceso de cuantificación inversa puede incluir el uso de un parámetro de cuantificación calculado por el dispositivo de codificación 104 para cada bloque de video en el segmento de video para determinar un grado de cuantificación y, asimismo, un grado de cuantificación inversa que se debe aplicar. La unidad de procesamiento de transformación inversa 88 aplica una transformación inversa (por ejemplo, una DCT inversa u otra transformación inversa adecuada), una transformación entera inversa o un proceso de transformación inversa conceptualmente similar, a los coeficientes de transformación para producir bloques residuales en el dominio de píxeles.

[0190] Después de que la unidad de compensación de movimiento 82 genera el bloque predictivo para el bloque de video actual basado en los vectores de movimiento y otros elementos de sintaxis, el dispositivo de decodificación 112 forma un bloque de video decodificado sumando los bloques residuales de la unidad de procesamiento de transformación inversa 88 con los correspondientes bloques predictivos generados por la unidad de compensación de movimiento 82. El sumador 90 representa el componente o componentes que realizan esta operación de suma. Si lo desea, los filtros de bucle (ya sea en el bucle de codificación o después del bucle de codificación) también pueden usarse para suavizar las transiciones de píxeles o para mejorar la calidad del video. La unidad de filtro 91 está destinada a representar uno o más filtros de bucle tales como un filtro de desbloqueo, un filtro de bucle adaptativo (ALF) y un filtro de compensación adaptativa de muestra (SAO). Aunque la unidad de filtro 91 se muestra en la FIG. 10 como un filtro de bucle interno, en otras configuraciones, la unidad de filtro 91 puede implementarse como un filtro de bucle posterior. Los bloques de video decodificados en un cuadro o imagen dados se almacenan en la memoria de imagen 92, que almacena luego las imágenes de referencia utilizadas para la compensación de movimiento posterior. La memoria de imagen 92 también almacena video decodificado para su posterior presentación en un dispositivo de visualización, tal como el dispositivo 122 de

destino de video mostrado en la FIG. 1.

[0191] El dispositivo de decodificación 112 de la FIG. 10 representa un ejemplo de un decodificador de video configurado para realizar una o más de las técnicas de codificación por transformación descritas en este documento. El dispositivo de decodificación 112 puede realizar cualquiera de las técnicas descritas en este documento, incluido el proceso 800 descrito con anterioridad con respecto a la FIG. 8.

[0192] En la descripción anterior, los aspectos de la aplicación se describen con referencia a formas de realización específicas de la misma, pero los expertos en la técnica reconocerán que el objeto de la presente aplicación no se limita a los mismos. Por lo tanto, si bien las formas de realización ilustrativas de la solicitud se han descrito en detalle en este documento, debe entenderse que los conceptos de la invención pueden de otra manera incorporarse y emplearse de manera diversa, y que las reivindicaciones adjuntas pretenden interpretarse para incluir tales variaciones, excepto como limitadas por el estado de la técnica. Varias características y aspectos del objeto descrito con anterioridad pueden usarse individual o conjuntamente. Además, se pueden utilizar formas de realización en cualquier cantidad de entornos y aplicaciones más allá de los descritos en este documento sin apartarse del espíritu y el alcance más amplio de la memoria descriptiva. Por consiguiente, la memoria descriptiva y los dibujos deben considerarse ilustrativos más que restrictivos. Para fines de ilustración, los métodos se describieron en un orden particular. Debería apreciarse que en formas de realización alternativas, los métodos pueden realizarse en un orden diferente al descrito.

[0193] Un experto habitual apreciará que los símbolos o la terminología menor que (“<”) y mayor que (“>”) utilizados en este documento pueden reemplazarse por menor o igual que (“≤”) y mayor o igual que (“≥”), respectivamente, sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

[0194] Cuando los componentes se describen como “configurados para” realizar ciertas operaciones, dicha configuración se puede lograr, por ejemplo, mediante el diseño de circuitos electrónicos u otro hardware para realizar la operación, mediante la programación de circuitos electrónicos programables (por ejemplo, microprocesadores u otros circuitos electrónicos adecuados) para realizar la operación, o cualquier combinación de ellas.

[0195] [0006] El lenguaje de acuerdo con la reivindicación u otro lenguaje que recite “al menos uno de” un conjunto o “uno o más de” un conjunto indica que un miembro del conjunto o varios miembros del conjunto satisfacen la reivindicación. Por ejemplo, el lenguaje de reclamo que recita “al menos uno de A y B” significa A, B o A y B. En otro

ejemplo, el lenguaje de reclamo que recita “uno o más de A y B” significa A, B o A y B. En otro ejemplo, el lenguaje de reclamo que recita “uno o más de A, B y C” significa A, B, C, A y B, A y C, B y C, o todos los de A, B y C.

[0196] Los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y pasos de algoritmo ilustrativos descritos en relación con las formas de realización descritas en este documento pueden implementarse como hardware electrónico, software, firmware o combinaciones de ellos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, varios componentes, bloques, módulos, circuitos y pasos ilustrativos se han descrito con anterioridad generalmente en términos de su funcionalidad. Si dicha funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación particular y las restricciones de diseño impuestas en el sistema general. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes maneras para cada aplicación en particular, pero tales decisiones de implementación no deben interpretarse como una desviación del alcance de la presente solicitud.

[0197] Las técnicas descritas en el presente documento también pueden implementarse en hardware electrónico, software, firmware o cualquier combinación de ellos. Dichas técnicas pueden implementarse en cualquiera de una variedad de dispositivos, tales como computadoras de uso general, dispositivos inalámbricos de comunicación o dispositivos de circuitos integrados que tienen múltiples usos, incluida la aplicación en dispositivos inalámbricos de comunicación y otros dispositivos. Todas las características descritas como módulos o componentes pueden implementarse juntas en un dispositivo lógico integrado o por separado como dispositivos lógicos discretos pero interoperables. Si se implementa 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 con anterioridad. El medio de almacenamiento de datos legible por computadora puede formar parte de un producto de programa de computadora, que puede incluir materiales de embalaje. 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 volátil (NVRAM), memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM), memoria FLASH, medios de almacenamiento de datos ópticos o magnéticos, y similares. Las técnicas, adicional o alternativamente, pueden realizarse al menos en parte mediante un medio de comunicación legible por

computadora que transporta o comunica el código del programa en forma de instrucciones o estructuras de datos y que una computadora puede acceder, leer y/o ejecutar, como señales propagadas u ondas.

[0198] El código del programa puede ser ejecutado por un procesador, que puede incluir uno o más procesadores, tales como uno o más procesadores de señal digital (DSP), microprocesadores de propósito general, circuitos integrados específicos de una aplicación (ASIC), puertas lógicas programables en campo. (FPGA) u otro circuito lógico integrado o discreto equivalente. Dicho procesador puede configurarse para realizar cualquiera de las técnicas descritas en la presente divulgación. 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 puede implementarse 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 el presente documento, puede referirse a cualquiera de la estructura anterior, cualquier combinación de la estructura anterior o cualquier otra estructura o aparato adecuado para la implementación de las técnicas descritas en el presente documento. Además, en algunos aspectos, la funcionalidad descrita en este documento puede proporcionarse dentro de módulos de software dedicados o módulos de hardware configurados para codificar y decodificar, o incorporarse en un codificador–decodificador de video combinado (CODEC).