

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 538 128**

51 Int. Cl.:

H04N 19/52 (2014.01)
H04N 19/157 (2014.01)
H04N 19/593 (2014.01)
H04N 19/513 (2014.01)
H04N 19/176 (2014.01)
H04N 19/147 (2014.01)
H04N 19/61 (2014.01)
H04N 19/109 (2014.01)
H04N 19/19 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2013 E 13180012 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 2699001**

54 Título: **Un procedimiento y un sistema de codificación y descodificación de señales de vídeo con estimación de movimiento**

30 Prioridad:

13.08.2012 PL 40034412

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

17.06.2015

73 Titular/es:

**POLITECHNIKA POZNANSKA (100.0%)
Pl. M. Skłodowskiej-Curie 5
61-542 Poznan, PL**

72 Inventor/es:

**SIAST, JAKUB y
DOMANSKI, MAREK**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 538 128 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Un procedimiento y un sistema de codificación y decodificación de señales de vídeo con estimación de movimiento

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema de codificación y decodificación de señales de vídeo con estimación de movimiento. Se refiere al campo técnico de la compresión de vídeos.

5 Uno de los desarrollos recientes en la compresión de vídeo es la Codificación de Vídeo de Alta Eficacia (HEVC), que utiliza la predicción entre imágenes con compensación de movimiento y procedimientos avanzados de predicción de vectores de movimiento. La HEVC ha sido descrita en detalle en el documento: "Codificación de Vídeo de Alta Eficacia (HEVC) – borrador de especificación textual 10 (para FDIS y Consent)" por B. Bross et al (JCTVC-L 1003, Ginebra, Enero de 2013).

10 En la HEVC, una imagen es codificada en bloques. El bloque básico, para el cual se realiza la predicción de compensación de movimiento, se llama una Unidad de Predicción (PU). Al codificar una PU con compensación de movimiento, se asigna a la PU información referida a su movimiento y una señal residual.

15 La señal residual describe una diferencia entre valores de píxeles del bloque codificado y los valores de píxeles del bloque resultante de la compensación de movimiento. En la HEVC, un bloque puede ser codificado en modalidad de OMISIÓN, en la que no se envía ninguna señal residual para el bloque, o bien no en modalidad de OMISIÓN, en la que hay alguna señal residual enviada para el bloque.

20 La información de movimiento comprende vectores de movimiento (MV) e índices de imágenes de referencia (RefIdx). El proceso de buscar el vector de movimiento se llama estimación de movimiento (ME). En ese proceso, se busca en un bloque de referencia para un bloque PUX específico, y se indica por un vector MVx de movimiento, a fin de minimizar la función de coste definida por la HEVC como:

$$J_{pred,SATD} = SATD + \lambda_{pred} * B_{pred} \quad (1)$$

en donde SATD (una suma de diferencias transformadas absolutas) representa la medida de la no coincidencia de los puntos del bloque de referencia con los valores de los puntos del bloque codificado, λ_{pred} represente el coeficiente de Lagrange y B_{pred} representa el número de bits necesarios para codificar información de movimiento.

25 El vector de movimiento MV_x mismo está codificado por predicción, usando vectores de movimiento asignados a los bloques de PU que han sido previamente codificados y que son vecinos al bloque codificado PU_x . Los vectores de movimiento de las PU de los bloques vecinos forman una lista de predicciones de vectores de movimiento, $LMVX_{pred}$, para el bloque PU_x . Antes de que los vectores de movimiento de las PU_y de los bloques vecinos sean insertados en $LMVX_{pred}$, son ajustados a escala de acuerdo a la distancia temporal entre la trama actual y la trama de referencia a la que apunta el índice de trama de referencia de la PU_y vecina y el índice de referencia de la PU_x actual. Después del ajuste a escala, todas las predicciones en $LMVX_{pred}$ representan la misma distancia temporal. En la HEVC, $LMVX_{pred}$ tiene una longitud fija y, si no pueden hallarse suficientes predicciones en este punto, entonces los vectores de movimiento generados son insertados para llenarla. Por ejemplo, un vector de movimiento cero puede ser añadido como una predicción. En el flujo de bits, el vector de movimiento MV_x está representado usando un índice L_{idx} de predicción de vector de movimiento en la lista de predicciones $LMVX_{pred}$ y una posible corrección dMV_x para el vector resultante de la predicción. Cuando el bloque de predicción es codificado en una modalidad de FUSIÓN, la corrección dMV_x para el vector resultante de la predicción es igual a cero y no se transmite. Las predicciones de vectores de movimiento pueden tener mayor o menor calidad. La calidad de las predicciones de vectores de movimiento se entiende como la generación del más bajo coste de codificación J para las PU del bloque, para la predicción específica.

40 Cuando un bloque es codificado con compensación de movimiento, al mantener una calidad constante del bloque codificado, el número de bits B disminuye según aumenta la calidad de las predicciones de vectores de movimiento.

45 El documento US2011176611 divulga un procedimiento para la obtención de vectores de movimiento del sector decodificador (DMVD) que incluye: verificar un tamaño de bloque de un bloque actual a codificar y generar en consecuencia un resultado de la verificación; y utilizar un módulo de la DMVD para referirse al resultado de la verificación, para controlar la transmisión de la primera información de control de la DMVD, que es utilizada para indicar si una operación de codificación de la DMVD es empleada o no para codificar el bloque actual. Cuando el resultado de la verificación indica que se satisface un criterio predeterminado, la primera información de control de la DMVD es enviada en un flujo de bits; en caso contrario, no se envía la primera información de control de la DMVD.

50 El documento US2012134416 divulga un procedimiento y aparato para obtener un predictor de vectores de movimiento (MVP) temporal. El predictor se obtiene para un bloque actual de una imagen actual en modalidad de Inter, o de Fusión o de Omisión, en base a bloques de referencia co-situados de un bloque co-situado. Los bloques de referencia co-situados comprenden el bloque de referencia de arriba a la izquierda del bloque vecino de abajo a la derecha del bloque co-situado.

Los vectores de movimiento de referencia asociados a los bloques de referencia co-situados son recibidos y usados para obtener el MVP temporal.

5 El documento US2012128060 divulga un aparato y un procedimiento para obtener un predictor de vectores de movimiento, o un candidato a predictor de vectores de movimiento, o un vector de movimiento, o un candidato a vector de movimiento para un bloque actual.

10 El documento US2011002390 divulga un procedimiento y un aparato para obtener un vector de movimiento en un descodificador de vídeo. Un vector de movimiento basado en bloques puede ser producido en el descodificador de vídeo utilizando la estimación de movimiento entre los píxeles disponibles, con respecto a bloques en una o más tramas de referencia. Un vector de movimiento MV_{PRED} , que es hallado para un bloque vecino Y, se usa para determinar el vector de movimiento para el bloque X. El procedimiento es llevado a cabo para todos los bloques, lo que impone una carga significativa al aparato descodificador.

15 El documento WO2011/047994 presenta un procedimiento de codificación de un bloque actual de una secuencia de imágenes que comprende las siguientes etapas: determinar al menos un vector de movimiento candidato, asociado a un bloque vecino de dicho bloque actual, determinar un vector de movimiento de predicción a partir del vector de movimiento candidato y codificar el bloque actual a partir del vector de movimiento de predicción. El vector de movimiento de predicción es determinado de acuerdo a las siguientes etapas: determinar, para el vector de movimiento candidato, un vector de movimiento correctivo a fin de minimizar una distorsión calculada entre el bloque vecino sucesivamente codificado y reconstruido y un movimiento de bloque de predicción compensado por dicho al menos un vector de movimiento candidato, modificado por el vector de movimiento correctivo, y determinar el vector de movimiento de predicción a partir del vector de movimiento candidato, modificado por el vector de movimiento correctivo.

20

El objetivo de la invención es mejorar los procedimientos para obtener un vector de movimiento, a fin de reducir el ancho de banda necesario para transmitir el flujo codificado con la estimación de movimiento.

25 El objeto de la invención es un procedimiento implementado por ordenador para la codificación de señales de vídeo con estimación de movimiento y división de tramas en unidades de predicción. El procedimiento comprende las etapas de: determinar la unidad de predicción actual (PU_X) a codificar, crear una lista ($L_{MVXpred}$) que comprende predicciones de vectores de movimiento (MV_{PU_Y}) en las unidades vecinas (PU_Y), seleccionar entre la lista ($L_{MVXpred}$) la predicción de vector de movimiento que sea la mejor de acuerdo a una función de coste predeterminada para codificar la unidad de predicción actual (PU_X), usando el número de predicción seleccionada para codificar la unidad de predicción actual (PU_X). El procedimiento está caracterizado por comprender además las etapas de: para cada unidad vecina (PU_Y), comprobar si la unidad vecina (PU_Y) ha sido codificada en la modalidad de FUSIÓN y no de OMISIÓN y, si es así, determinar un vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PU_Yrec}) para esa unidad (PU_Y) como un vector de movimiento que minimiza la diferencia entre el bloque de predicción reconstruido y un bloque en una trama de referencia a la que apunta este vector de movimiento, y asignar el vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PU_Yrec}) como un vector de movimiento (MV_{PU_Y}) a esa unidad (PU_Y) a usar en la creación de la lista ($L_{MVXpred}$).

30

35 El objeto de la invención es también un programa de ordenador que comprende medios de código para realizar todas las etapas del procedimiento para la codificación de señales de vídeo de acuerdo a la invención cuando dicho programa es ejecutado en un ordenador.

40 Otro objeto de la invención es un procedimiento implementado por ordenador para la descodificación de señales de vídeo con estimación de movimiento, y para operar con la señal de vídeo que comprende tramas divididas en unidades de predicción. El procedimiento comprende las etapas de: determinar la unidad de predicción actual (PU_X) a descodificar, determinar a partir de la información del flujo codificado una unidad vecina (PU_Y) cuyo vector de movimiento será usado para descodificar la unidad de predicción actual (PU_X), usando el vector de movimiento (MV_{PU_Y}) de la unidad vecina (PU_Y) para descodificar información de movimiento en la unidad de predicción actual (PU_X). El procedimiento está caracterizado por comprender además las etapas de: comprobar si la unidad vecina (PU_Y) ha sido codificada en una modalidad de FUSIÓN y no de OMISIÓN y, si es así, determinar el vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PU_Yrec}) para esa unidad (PU_Y) como un vector de movimiento que minimiza la diferencia entre el bloque de predicción reconstruido y un bloque en una trama de referencia a la que apunta este vector de movimiento, y asignar el vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PU_Yrec}) como un vector de movimiento (MV_{PU_Y}) para esa unidad (PU_Y) a usar en la descodificación de la información de movimiento de la unidad de predicción actual (PU_X).

45

50 El objeto de la invención es también un programa de ordenador que comprende medios de código de programa para realizar todas las etapas del procedimiento para la descodificación de señales de vídeo de acuerdo a la invención cuando dicho programa es ejecutado en un ordenador.

55 Un objeto adicional de la invención es un procedimiento implementado por ordenador, para transmitir una señal de vídeo, que comprende las etapas de codificar la señal de vídeo de acuerdo al procedimiento de la invención y descodificar la señal de vídeo de acuerdo al procedimiento de la invención.

El objeto de la invención es también un codificador de señales de vídeo que utiliza la estimación de movimiento y la división de tramas en unidades de predicción. El codificador comprende: una unidad de estimación de movimiento configurada para: determinar la unidad de predicción actual (PU_x) a codificar, crear una lista ($L_{MVxpred}$) que comprende predicciones de vectores de movimiento (MV_{PU_y}) de unidades vecinas (PU_y), seleccionar entre la lista ($L_{MVxpred}$) la predicción de vector de movimiento que sea la mejor de acuerdo a una función de coste predeterminada para codificar la unidad de predicción actual (PU_x) y usar el número de predicción seleccionada para codificar la unidad de predicción actual (PU_x). El codificador comprende además una unidad de corrección de predicciones. La unidad de corrección de predicciones está configurada para: para cada unidad vecina (PU_y), comprobar si la unidad vecina (PU_y) ha sido codificada en la modalidad de FUSIÓN y no en una modalidad de OMISIÓN y, si es así, determinar el vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PU_yrec}) para esa unidad (PU_y) como un vector de movimiento que minimiza la diferencia entre un bloque de predicción reconstruido y un bloque en una trama de referencia a la que apunta este vector de movimiento. El vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PU_yrec}) es usado como un vector de movimiento (MV_{PU_y}) para esa unidad (PU_y) a usar en la creación de la lista ($L_{MVxpred}$).

Otro objeto de la invención es un descodificador de señales de vídeo que utiliza la estimación de movimiento y que opera con la señal de vídeo que comprende tramas divididas en unidades de predicción. El descodificador comprende: una unidad de estimación de movimiento configurada para: determinar la unidad de predicción actual (PU_x) a descodificar, determinar a partir de la información del flujo codificado una unidad vecina (PU_y) cuyo vector de movimiento será usado para descodificar la unidad de predicción actual (PU_x), y usar el vector de movimiento (MV_{PU_y}) de la unidad vecina (PU_y) para descodificar información de movimiento en la unidad de predicción actual (PU_x). El descodificador está **caracterizado en cuanto a** que comprende además: una unidad de corrección de predicciones configurada para: comprobar si la unidad vecina (PU_y) ha sido codificada en una modalidad de FUSIÓN y no de OMISIÓN y, si es así, determinar el vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PU_yrec}) para esa unidad (PU_y) como un vector de movimiento que minimiza la diferencia entre el bloque de predicción reconstruido y un bloque en una trama de referencia a la que apunta esta vector de movimiento. El vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PU_yrec}) se usa para obtener un vector de movimiento (MV_{PU_y}) para esa unidad, a usar en la descodificación de la unidad de predicción actual (PU_x).

La invención se refiere además a un sistema de transmisión de señales de vídeo, que comprende el codificador de señales de vídeo de acuerdo a la invención y un descodificador de señales de vídeo de acuerdo a la invención.

La invención se muestra por medio de realizaciones ejemplares en un dibujo, en las cuales:

la Fig. 1 muestra una estructura de un codificador de la HEVC, de acuerdo a la invención;

la Fig. 2 muestra una estructura de un descodificador de la HEVC, de acuerdo a la invención;

la Fig. 3 muestra una secuencia ejemplar de tramas;

la Fig. 4 muestra un procedimiento de operación de un bloque de corrección de predicciones de codificador;

la Fig. 5 muestra un procedimiento de operación de un bloque de corrección de predicciones de descodificador.

La descripción introducirá ahora un codificador y descodificador de la HEVC como un trasfondo para la invención, y después de eso se introducirá una descripción detallada de nuevos elementos añadidos a la HEVC. Ha de entenderse que la HEVC se describe aquí solamente como una realización ejemplar de la invención. La invención puede ser llevada a cabo con otras técnicas de compresión de vídeo que utilizan la estimación de movimiento.

La Fig. 1 muestra una estructura de un codificador de la HEVC de acuerdo a la invención. Es equivalente a una estructura de un codificador estándar de la HEVC, divulgado en el documento US20120230397, en el que un filtro ALF ha sido reemplazado por un filtro SAO 114, y en el que ha sido introducida la nueva unidad de corrección de predicciones 151 de acuerdo a la invención.

Cada trama de la secuencia original de vídeo 11 se divide primero en una rejilla de unidades de codificación (CU) durante la etapa 101, y se definen tajadas y losas. En general, dos procedimientos definen las fronteras de las tajadas, ya sea definiendo un número dado de las CU por tajadas (tajadas de entropía o de codificación) o un número dado de octetos por tajada. Las fronteras de las losas están definidas por la división espacial de una trama en secciones rectangulares. La subdivisión de una LCU en CU y la división de una CU en TU y PU están determinadas en base a un criterio de distorsión de grados. Cada PU de la CU que está siendo procesada es prevista espacialmente por un predictor "Intra" 117, o temporalmente por un predictor "Inter" 118. Cada predictor es un bloque de píxeles emitidos desde la misma imagen o desde otra imagen, de los cuales se obtiene un bloque de diferencias (o "residual").

Las imágenes codificadas pueden ser de dos tipos: las imágenes previstas temporales que pueden ser previstas a partir de una o más imágenes de referencia en una dirección se llaman tramas-P, y las previstas a partir de al menos dos tramas de referencia en dos direcciones (hacia delante y hacia atrás) se llaman tramas-B; y las tramas previstas no

temporales llamadas tramas Intra o tramas-I. En las tramas-I, solamente se considera la predicción Intra para la codificación de las CU / PU. En las tramas-P y las tramas-B, las predicciones Intra e Inter se consideran para la codificación de las CU / PU.

- 5 En el módulo de procesamiento de predicciones “Intra” 117, el bloque actual es previsto por medio de un predictor “Intra” que corresponde a un bloque de píxeles construidos a partir de la información de la imagen actual ya codificada. El módulo 102 determina una modalidad de intra-predicción que se usa para predecir píxeles de una PU actual a codificar a partir de los píxeles de las PU vecinas. En la HEVC, están disponibles las modalidades Plana, DC y hasta 33 modalidades angulares. Una PU residual se obtiene calculando la diferencia entre la PU intra-prevista y la PU actual de píxeles. Una PU intra-prevista, por lo tanto, comprende una modalidad de intra-predicción con una residual. La codificación de la modalidad de intra-predicción se deduce parcialmente de la modalidad de predicción de las unidades de predicción vecinas. Este proceso de deducción 103 de la modalidad de predicción permite que sea reducida la tasa de codificación de la modalidad de dirección de intra-predicción. El módulo de procesamiento de intra-predicción 117 también usa las dependencias espaciales de la trama para predecir los píxeles y para deducir la dirección de intra-predicción de la unidad de predicción.
- 10
- 15 Con respecto al segundo módulo de procesamiento 118 que está “inter”-codificando, son posibles dos tipos de predicción. La mono-predicción (tipo-P) comporta la predicción de la PU por referencia a un área de referencia a partir de una imagen de referencia. La bi-predicción (tipo-B) comporta predecir la PU por referencia a dos áreas de referencia a partir de una o dos imágenes de referencia. En la HEVC, las tramas de tipo B han sido generalizadas y reemplazan las tramas de tipo P que ahora predicen la PU por referencia a dos áreas de referencia en una imagen de referencia. Se hace una estimación del movimiento 104 entre la PU actual y las imágenes de referencia 115 a fin de identificar, en una o varias de estas imágenes de referencia, una (para el tipo-P) o varias (para el tipo-B) áreas de píxeles, para usarlas como predictores de esta PU actual. En el caso en que se usan varios predictores de áreas (tipo B), se funden para generar una única predicción. Las imágenes de referencia son imágenes en la secuencia de vídeo que ya han sido codificadas, y reconstruidas luego (por decodificación).
- 20
- 25 El área de referencia está identificada en la trama de referencia por un vector de movimiento que es igual al desplazamiento entre la PU en la trama actual y el área de referencia. La próxima etapa 105 del proceso de inter-predicción implica calcular la diferencia entre el área de predicción y la PU actual. Esta diferencia es el residuo de la PU inter-prevista. Al final del proceso de inter-predicción la PU actual está compuesta por un vector de movimiento y un residuo.
- 30
- 35 En virtud de las dependencias espaciales del movimiento entre las PU vecinas, la HEVC proporciona un procedimiento para predecir los vectores de movimiento de cada PU. Se emplean varias predicciones de vectores de movimiento: habitualmente, el vector de movimiento de la PU situada por encima de, a la izquierda de o en la esquina superior izquierda de la PU actual forma un primer conjunto de predicciones espaciales. También se usa un candidato a vector de movimiento temporal, que es el de la PU co-situada (es decir, la PU en la misma coordenada) en una trama de referencia. El codificador elimina luego predicciones que sean iguales dentro del conjunto de candidatos. Selecciona una de las predicciones en base a un criterio que minimiza la diferencia entre la predicción de MV y la de la PU actual. En la HEVC, este proceso se denomina Predicción Avanzada de Vectores de Movimiento (AMVP). Finalmente, el vector de movimiento de la PU actual es codificado 106 con un índice que identifica la predicción dentro del conjunto de candidatos, y una MVD de diferencia de MV entre el MV de la PU y el candidato seleccionado de predicción de MV. El módulo de procesamiento de inter-predicción también se apoya en las dependencias espaciales entre la información de movimiento de las unidades de predicción para aumentar la razón de compresión de las unidades de codificación inter-previstas.
- 40
- Estos dos tipos de codificaciones suministran por tanto varios residuos de textura (la diferencia entre la PU actual y el predictor), que son comparados en un módulo 116 para seleccionar la mejor modalidad de codificación.
- 45 El residuo obtenido al final de un proceso de inter- o intra-predicción es luego transformado en el módulo 107. La transformación se aplica a una Unidad de Transformación, TU, que está incluida en una CU. Una TU puede ser adicionalmente dividida en TU más pequeñas, usando una denominada descomposición de Árbol Cuadrático Residual (RQT) 107. En la HEVC, se usan generalmente 2 o 1 niveles de descomposiciones, y los tamaños de transformación autorizados están entre 32*32, 16*16, 8*8 y 4*4. La base de la transformación se obtiene de una transformada discreta de coseno, DCT.
- 50 Los coeficientes transformados residuales son luego cuantizados 108. Los coeficientes del residuo transformado cuantizado son luego codificados por medio de un proceso de codificación de entropía 109, y luego insertados en el flujo de bits comprimidos 21. Los elementos sintácticos de la codificación también son codificados por la codificación de entropía 109. Este módulo de procesamiento usa dependencias espaciales entre elementos sintácticos para aumentar la eficacia de la codificación.
- 55 A fin de calcular los “Intra”-predictores, o para hacer una estimación del movimiento para los “Inter”-predictores, el

codificador realiza una descodificación de las PU ya codificadas por medio de un llamado bucle de “descodificación” 111, 112, 113, 114, 115. Este bucle de descodificación hace posible reconstruir las PU y las imágenes a partir de los residuos transformados cuantizados.

5 De tal modo, el residuo transformado cuantizado es de-cuantizado 111 aplicando la cuantización inversa a la proporcionada en la etapa de cuantización 108, y reconstruido 112 aplicando la transformación inversa a la de la etapa 107.

Si el residuo proviene de un proceso de “Intra”-codificación 117, el “Intra”-predicador usado es añadido a este residuo, a fin de recuperar una PU reconstruida correspondiente a la PU original, modificada por las pérdidas resultantes de una transformación con pérdida, por ejemplo, en este caso, las operaciones de cuantización.

10 Por otra parte, si el residuo proviene de una “Inter”-codificación 118, las áreas a las que apuntan los actuales vectores de movimiento (estas áreas pertenecen a las imágenes de referencia 115 referidas por los índices de imágenes actuales) son fusionadas y luego añadidas a este residuo descodificado. De esta manera, la PU original es modificada por las pérdidas resultantes de las operaciones de cuantización.

15 Un módulo final de procesamiento de filtro de bucle 119 se aplica a la señal reconstruida a fin de reducir los efectos creados por la intensa cuantización de los residuos obtenidos, y para mejorar la calidad de la señal. El módulo de procesamiento de filtro de bucle comprende dos etapas, un filtro de “desbloqueo” y un filtrado lineal. El filtro de desbloqueo 113 allana las fronteras entre las PU y las TU a fin de atenuar visualmente las altas frecuencias creadas por la codificación. Siendo conocido un filtro de ese tipo para una persona experta, no será descrito aquí en ningún detalle adicional. El filtro de desplazamiento adaptable de muestras (SAO) 114 mejora adicionalmente la señal usando
20 coeficientes de filtro determinados de forma adaptativa. Los coeficientes de los filtros son codificados y transmitidos en el flujo de bits. El filtro 119 es por tanto aplicado a una imagen cuando todas las PU de píxeles de la imagen han sido descodificadas. El proceso de filtrado es realizado trama por trama y usa varios píxeles alrededor del píxel a filtrar. Este módulo de procesamiento 119 también usa dependencias espaciales entre píxeles de la trama.

25 Las imágenes filtradas, también conocidas como imágenes reconstruidas, son luego almacenadas como imágenes de referencia 115 a fin de permitir que las posteriores “Inter”-predicciones tengan lugar durante la compresión de las imágenes posteriores de la secuencia de vídeo actual.

En el contexto de la HEVC, es posible usar varias imágenes de referencia 115 para la estimación y compensación de movimiento de la imagen actual. En otras palabras, la estimación de movimiento se lleva a cabo en N imágenes. De ese modo, se seleccionan los mejores “Inter”-predicadores de la PU actual, para la compensación de movimiento, en algunas
30 de las múltiples imágenes de referencia. Por consiguiente, dos PU adyacentes pueden tener dos PU predictoras que provienen de dos imágenes de referencia distintas. Este es, en particular, el motivo por el que, en el flujo de bits comprimidos, se indica el índice de la imagen de referencia (además del vector de movimiento) usada para el área predictor.

35 La Fig. 2 muestra una estructura de un descodificador de HEVC de acuerdo a la invención. Es equivalente a una estructura de un descodificador estándar de la HEVC divulgado en el documento US20120230397, en donde un filtro ALF ha sido reemplazado por un filtro SAO 214, y en donde ha sido introducida la nueva unidad de corrección de predicciones 251 de acuerdo a la invención.

40 El descodificador recibe como una entrada un flujo de bits 21 correspondiente a una secuencia de vídeo 11 comprimida por un codificador del tipo HEVC, tal como el de la FIG. 1. Durante el proceso de descodificación, el flujo de bits 21, ante todo, es analizado sintácticamente con ayuda del módulo de descodificación de entropía 201. Este módulo de procesamiento usa los elementos previamente descodificados de entropía para descodificar los datos codificados. Descodifica, en particular, los conjuntos de parámetros de la secuencia de vídeo, para inicializar el descodificador, y también descodifica las LCU de cada trama de vídeo. Cada unidad NAL que corresponda a tajadas de codificación o a
45 tajadas de entropía es descodificada luego. El proceso de análisis sintáctico que comprende la descodificación de entropía 201, la modalidad de intra-predicción de descodificación 202 y las etapas de información de movimiento de descodificación 204 puede ser hecho en paralelo para cada tajada, pero el módulo de procesos de predicción de PU 205 y 203, y el módulo de filtro de bucle, son preferiblemente secuenciales para evitar cuestiones de disponibilidad de datos vecinos.

50 La división de la LCU es analizada sintácticamente y son identificadas las subdivisiones de CU, PU y TU. El descodificador procesa sucesivamente cada CU por módulos de intra-procesamiento 207 o inter-procesamiento 206, módulos de cuantización inversa y transformación inversa y, finalmente, el módulo de procesamiento de filtro de bucle 219.

La modalidad de codificación “Inter” o “Intra” para el bloque actual es analizada sintácticamente a partir del flujo de bits 21, con ayuda del módulo de proceso de análisis sintáctico. Según la modalidad de codificación, se emplea el módulo de

procesamiento de intra-predicción 207, o bien el módulo de procesamiento de inter-predicción 206. Si la modalidad de codificación del bloque actual es de tipo "Intra", se extrae la modalidad de intra-predicción del flujo de bits y se descodifica con ayuda de la modalidad de predicción de los vecinos durante la etapa 204 del módulo de procesamiento de intra-predicción 207. El bloque intra-previsto es luego calculado 203 con la modalidad de intra-predicción descodificada y los píxeles ya descodificados en las fronteras de la PU actual. El residuo asociado al bloque actual es recuperado del flujo de bits y luego descodificado por entropía 201.

Si la modalidad de codificación de la PU actual indica que esta PU es de tipo "Inter", la información de movimiento es extraída del flujo de bits y descodificada 204. El proceso de la AMVP es realizado durante la etapa 204. La información de movimiento de las PU de los vecinos, ya descodificadas, también se usa para calcular el vector de movimiento de la PU actual. Este vector de movimiento se usa en el módulo de compensación de movimiento inverso 205 a fin de determinar la PU de "Inter"-predicador contenida en las imágenes de referencia 215 del descodificador. De manera similar al codificador, estas imágenes de referencia 215 están compuestas por imágenes que preceden en el orden de descodificación a la imagen que está siendo actualmente descodificada, y que son reconstruidas a partir del flujo de bits (y por lo tanto descodificadas previamente).

La siguiente etapa de descodificación consiste en la descodificación del bloque residual que ha sido transmitido en el flujo de bits. El módulo de análisis sintáctico 201 extrae los coeficientes residuales del flujo de bits y realiza sucesivamente la cuantización inversa 211 y la transformación inversa 212 para obtener la PU residual. Esta PU residual se añade a la PU prevista obtenida en la salida del módulo de intra-procesamiento o inter-procesamiento.

Al final de la descodificación de todas las PU de la imagen actual, el módulo de procesamiento de filtro de bucle 219 se usa para eliminar los efectos de bloque y mejorar la calidad de la señal, a fin de obtener las imágenes de referencia 215. Como se ha hecho en el codificador, este módulo de procesamiento emplea el filtro de desbloqueo 213 y luego el filtro SAO 214.

Las imágenes así descodificadas constituyen la señal de vídeo emitida 31 del descodificador, que puede luego ser exhibida y usada.

En la presente invención, el codificador de HEVC estándar y el descodificador de HEVC estándar han sido mejorados añadiendo unidades de corrección de predicción 151, 251, que funcionan de acuerdo a procedimientos mostrados en las Figs. 4 y 5, respectivamente, en donde la Fig. 3 muestra una secuencia ejemplar de tramas para entender mejor el funcionamiento de los bloques de corrección de predicción.

La unidad de estimación de movimiento 104 del codificador y la unidad de corrección de predicciones 151 del codificador funcionan conjuntamente según se muestra en la Fig. 4. Para una unidad de predicción actual, PU_x , identificada en la etapa 401, se busca una primera unidad de predicción vecina PU_y en la etapa 402 en la parte reconstruida de la secuencia. Los bloques vecinos PU_y son seleccionados de acuerdo a un procedimiento conocido, por ejemplo, un procedimiento estándar de acuerdo a las reglas del codificador de la HEVC. La PU_y puede ser un bloque en la misma trama o una trama previamente reconstruida, de modo que su vector de movimiento pueda ser una predicción de vector de movimiento para la PU_x . Se comprueba luego en la etapa 403 si la unidad vecina PU_y ha sido codificada en una modalidad de FUSIÓN, y no una modalidad de OMISIÓN. En otras palabras, la unidad vecina PU_y debe satisfacer los siguientes criterios:

- debe tener una corrección de vector de movimiento, dMV_y , igual a cero (FUSIÓN)
- alguna señal residual debe ser enviada para el bloque (no OMISIÓN)

Los bloques que satisfacen los criterios anteriores han sido codificados de tal modo porque la función de coste indicaba que es más eficaz enviar una señal residual para el bloque que corregir el vector de movimiento. A fin de mejorar la calidad de imagen, en lugar de usar el vector de movimiento de la unidad vecina PU_y como una predicción de vector de movimiento para la unidad actual PU_x , se determina el vector de movimiento de reconstrucción MV_{PU_yrec} en la etapa 404. El vector de movimiento de reconstrucción MV_{PU_yrec} es un vector que minimiza la diferencia entre el bloque de predicción reconstruido PU_y y un bloque en una trama de referencia a la que apunta este vector de movimiento. Puede ser buscado por estimación de movimiento o modificación de estimación de movimiento, en donde la función de coste $J_{pred,SATD}$ está modificada y no implica el número de bits necesarios para codificar la información parcial o completa del movimiento. Esto puede ser realizado por cualquier procedimiento adecuado conocido para las personas expertas en codificación de vídeo. El vector de movimiento de reconstrucción MV_{PU_yrec} es asignado como el vector de movimiento para el bloque vecino PU_y en la etapa 405. Luego el MV_{PU_y} es ajustado a escala en la etapa 406 y, si el MV_{PU_y} resultante no está ya en la lista $L_{MVxpred}$ de predicciones, entonces se añade como un candidato a la lista $L_{MVxpred}$ de predicciones en la etapa 407. Se comprueba luego en la etapa 408 si todas las unidades de predicción vecinas PU_y han sido analizadas y, si no es así, el procedimiento avanza a la próxima unidad de predicción vecina PU_y en la etapa 409. Después de que todas las unidades vecinas están analizadas, los MV adicionales generados pueden ser incluidos en la lista $L_{MVxpred}$ para llenar todas las entradas disponibles de la lista en la etapa 410. Luego, en la etapa 411, se selecciona la mejor predicción para la unidad

actualmente analizada PU_x , a partir de la lista $L_{MVxpred}$ de predicciones candidatas generadas en la etapa 407, y se asigna el número de predicción correspondiente a esa predicción de vector de movimiento, para codificar la unidad de predicción actual PU_x en la etapa 412.

5 Por lo tanto, la lista de predicciones candidatas para la unidad actualmente analizada PU_x incluye vectores de movimiento estándar (es decir, determinados de acuerdo a las reglas de la HEVC) para bloques que no satisfacen los criterios (una modalidad de FUSIÓN y no una modalidad de OMISIÓN) y vectores de movimiento de reconstrucción para bloques que son codificados en la modalidad de FUSIÓN y no de OMISIÓN.

10 Dado que no se transmiten los valores efectivos del vector de movimiento para la unidad PU_x , sino un número de predicción que apunta a una unidad vecina específica PU_y de la cual se usará el vector de movimiento, junto con el ajuste optativo, es necesario que la misma funcionalidad de determinación de una predicción de reconstrucción sea implementada en la unidad de predicción 251 del descodificador.

15 La unidad de información de movimiento 204 del descodificador y la unidad de corrección de predicción 251 del descodificador funcionan conjuntamente según se muestra en la Fig. 5. Para una unidad de predicción actual PU_x identificada en la etapa 501, la unidad de predicción vecina PU_y , de la cual se seleccionará el vector de movimiento, es leída desde el flujo de bits codificados. Se comprueba luego en la etapa 503 si la unidad vecina PU_y ha sido codificada en una modalidad de FUSIÓN y no de OMISIÓN. Si es así, se determina un vector de movimiento de reconstrucción MV_{PUyrec} en la etapa 404, de la misma manera que en la etapa 304 del procedimiento de funcionamiento del codificador. El vector de movimiento de reconstrucción MV_{PUyrec} es asignado como el vector de movimiento para el bloque vecino PU_y en la etapa 505. Luego, en la etapa 507, el vector de movimiento MV_{PUy} es ajustado a escala de forma correspondiente al
20 ajuste a escala en la etapa 406 en el codificador. Luego, en la etapa 507, el vector de movimiento resultante MV_{PUy} es usado para descodificar la PU_x . Por lo tanto, como resultado, el bloque de predicción actual PU_x es descodificado usando el vector de movimiento ajustado a escala MV_{PUy} , que es un vector de movimiento determinado de acuerdo a las reglas de la HEVC para las unidades PU_y que no han sido codificadas en la modalidad de FUSIÓN, y no en la modalidad de OMISIÓN, o bien un vector de movimiento de reconstrucción para unidades que han sido codificadas en la modalidad de
25 FUSIÓN y no de OMISIÓN.

Los procedimientos mostrados en las Figs. 4 y 5 son usados para corregir el efecto negativo del estándar HEVC, resultante de usar predicciones de vectores de movimiento para tramas codificadas en la modalidad de FUSIÓN y no de OMISIÓN como predicciones para tramas adicionales. Esto da como resultado la propagación de la predicción de vectores de movimiento a unidades de predicción adicionales. Los experimentos llevados a cabo en flujos típicos de vídeo
30 han mostrado que hasta un 10% de los bloques son codificados en una modalidad de FUSIÓN y no de OMISIÓN. El procedimiento está optimizado para ser llevado a cabo solamente para un número limitado de tramas, en donde hay la máxima probabilidad de una reducción del ancho de banda. Si estas tramas son codificadas de acuerdo a un procedimiento estándar (es decir, tal como el mostrado en la Fig. 4, pero sin las etapas 403, 404 y 405), la predicción no corregida de la trama vecina sería usada para codificar la trama actual, lo que haría necesario usar ancho de banda extra para transmitir la señal residual. Calculando un vector de movimiento reconstruido MV_{PUyrec} , el bloque actual es codificado con un vector de movimiento mejor adaptado y por tanto se necesita menos información para transmitir información residual. Dado que el procedimiento es llevado a cabo tanto en el codificador como en el descodificador, la señal es descodificada correctamente. Las pruebas han mostrado una mejora del ancho de banda de hasta un 1%, mientras que el esfuerzo de cálculo del codificador era incrementado solamente hasta el 3% para las señales de vídeo probadas.
35

40

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento implementado por ordenador para la codificación de señales de vídeo con estimación de movimiento, comprendiendo la señal de vídeo tramas divididas en unidades de predicción, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- 5 - determinar (401) una unidad de predicción actual (PU_x) a codificar,
- crear (407) una lista ($L_{MVxpred}$) que comprende predicciones de vectores de movimiento (MV_{PUy}) a partir de unidades vecinas (PU_y),
- seleccionar (411) de la lista ($L_{MVxpred}$) la predicción de vector de movimiento que sea la mejor de acuerdo a una función de coste predeterminada para codificar la unidad de predicción actual (PU_x)

- 10 - usar (412) el número de predicción seleccionada para codificar la unidad de predicción actual (PU_x)

caracterizado por comprender adicionalmente las etapas de:

- para cada unidad vecina (PU_y), comprobar (403) si la unidad vecina (PU_y) ha sido codificada en la modalidad de FUSIÓN y no de OMISIÓN y, si es así,
- 15 - determinar (404) un vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PUyrec}) para esa unidad (PU_y) como un vector de movimiento que minimiza la diferencia entre el bloque de predicción reconstruido (PU_y) y un bloque en una trama de referencia a la que apunta este vector de movimiento, y
- asignar (405) el vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PUyrec}) como un vector de movimiento (MV_{PUy}) a esa unidad (PU_y), a usar en la creación (407) de la lista ($L_{MVxpred}$);
- 20 - en el que, en la modalidad de FUSIÓN de la codificación, la unidad vecina (PU_y) tiene una corrección de vector de movimiento, dMV_y , igual a cero;
- y en el que, en la modalidad no de OMISIÓN de la codificación, la señal residual es enviada para la unidad vecina (PU_y).

2. Un programa de ordenador que comprende medios de código de programa para realizar todas las etapas del procedimiento de acuerdo a la reivindicación 1 cuando dicho programa es ejecutado en un ordenador.

25 3. Un procedimiento implementado por ordenador para la descodificación de señales de vídeo con estimación de movimiento, comprendiendo la señal de vídeo tramas divididas en unidades de predicción, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- determinar (501) una unidad de predicción actual (PU_x) a descodificar,
- determinar (502) a partir de la información de flujo codificada una unidad vecina (PU_y) cuyo vector de movimiento será usado para descodificar la unidad de predicción actual (PU_x),
- 30 - usar (507) el vector de movimiento (MV_{PUy}) de la unidad vecina (PU_y) para descodificar información de movimiento en la unidad de predicción actual (PU_x),

caracterizado por comprender adicionalmente las etapas de:

- comprobar (503) si la unidad vecina (PU_y) ha sido codificada en la modalidad de FUSIÓN y no de OMISIÓN y, si es así,
- 35 - determinar (504) un vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PUyrec}) para esa unidad (PU_y) como un vector de movimiento que minimiza la diferencia entre el bloque de predicción reconstruido (PU_y) y un bloque en una trama de referencia a la que apunta este vector de movimiento, y
- asignar (505) el vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PUyrec}) como un vector de movimiento (MV_{PUy}) a esa unidad (PU_y), a usar en la descodificación de la información de movimiento de la unidad de predicción actual (PU_x)
- 40 - en el que, en la modalidad de FUSIÓN de la codificación, la unidad vecina (PU_y) tiene una corrección de vector de movimiento, dMV_y , igual a cero;
- y en donde, en la modalidad no de OMISIÓN de la codificación, la señal residual es enviada para la unidad vecina (PU_y).

4. Un programa de ordenador que comprende medios de código de programa para realizar todas las etapas del procedimiento de acuerdo a la reivindicación 3 cuando dicho programa es ejecutado en un ordenador.

5. Un procedimiento implementado por ordenador para transmitir una señal de vídeo, que comprende las etapas de codificar la señal de vídeo de acuerdo al procedimiento de la reivindicación 1 y de descodificar la señal de vídeo de acuerdo al procedimiento de la reivindicación 3.

5 6. Un codificador de señales de vídeo que utiliza la estimación de movimiento, comprendiendo la señal de vídeo tramas divididas en unidades de predicción, comprendiendo el codificador;

- una unidad de estimación de movimiento (104) configurada para:

- determinar (401) una unidad de predicción actual (PU_x) a codificar,

- crear (407) una lista ($L_{MVxpred}$) que comprende predicciones de vectores de movimiento (MV_{PUy}) a partir de unidades vecinas (PU_y),

10 - seleccionar (411) de la lista ($L_{MVxpred}$) la predicción de vector de movimiento que sea la mejor de acuerdo a una función de coste predeterminada para codificar la unidad de predicción actual (PU_x),

- usar (412) el número de la predicción seleccionada para codificar la unidad de predicción actual (PU_x)

caracterizado porque comprende adicionalmente:

- una unidad de corrección de predicción (151) configurada para:

15 - para cada unidad vecina (PU_y), comprobar (403) si la unidad vecina (PU_y) ha sido codificada en la modalidad de FUSIÓN y no de OMISIÓN y, si es así,

- determinar (404) un vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PUyrec}) para esa unidad (PU_y) como un vector de movimiento que minimiza la diferencia entre el bloque de predicción reconstruido (PU_y) y un bloque en una trama de referencia a la que apunta este vector de movimiento, y

20 - asignar (405) el vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PUyrec}) como un vector de movimiento (MV_{PUy}) a esa unidad (PU_y), a usar en la creación (407) de la lista ($L_{MVxpred}$);

- en el que, en la modalidad de FUSIÓN de la codificación, la unidad vecina (PU_y) tiene una corrección de vector de movimiento, dMV_y , igual a cero;

- y en el que, en la modalidad no de OMISIÓN de la codificación, la señal residual es enviada para la unidad vecina (PU_y).

25 7. Un descodificador de señales de vídeo que utiliza estimación de movimiento, comprendiendo la señal de vídeo tramas divididas en unidades de predicción, comprendiendo el descodificador:

- una unidad de estimación de movimiento (204) configurada para:

- determinar (501) una unidad de predicción actual (PU_x) a descodificar,

30 - determinar (502) a partir de la información de flujo codificada una unidad vecina (PU_y) cuyo vector de movimiento será usado para descodificar la unidad de predicción actual (PU_x),

- usar (507) el vector de movimiento (MV_{PUy}) de la unidad vecina (PU_y) para descodificar la información de movimiento en la unidad de predicción actual (PU_x),

caracterizado porque comprende adicionalmente:

- una unidad de corrección de predicción (251) configurada para:

35 - comprobar (503) si la unidad vecina (PU_y) ha sido codificada en una modalidad de FUSIÓN y no de OMISIÓN y, si es así,

- determinar (504) un vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PUyrec}) para esa unidad (PU_y) como un vector de movimiento que minimiza la diferencia entre el bloque de predicción reconstruido (PU_y) y un bloque en una trama de referencia a la que apunta este vector de movimiento, y

40 - asignar (505) el vector de movimiento de reconstrucción (MV_{PUyrec}) como un vector de movimiento (MV_{PUy}) a esa unidad (PU_y), para ser usada en la descodificación de la unidad de predicción actual (PU_x);

- en el que, en la modalidad de FUSIÓN de la codificación, la unidad vecina (PU_y) tiene una corrección de vector de movimiento, dMV_y , igual a cero;

- y en el que, en la modalidad no de OMISIÓN de la codificación, la señal residual es enviada para la unidad vecina (PU_v).

8. Un sistema de transmisión de señales de vídeo, que comprende el codificador de señales de vídeo de acuerdo a la reivindicación 6 y el descodificador de señales de vídeo de acuerdo a la reivindicación 7.

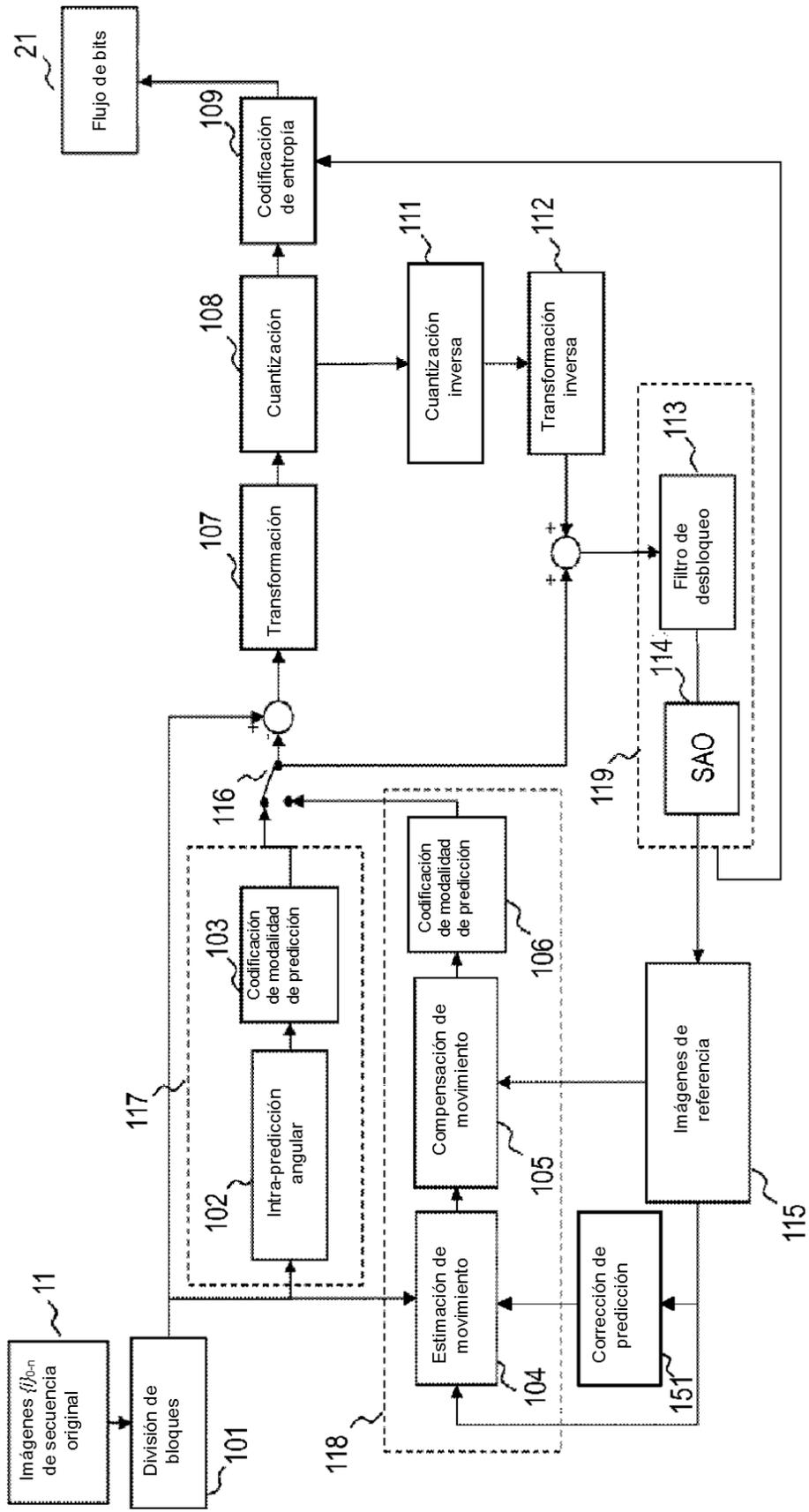


Fig. 1

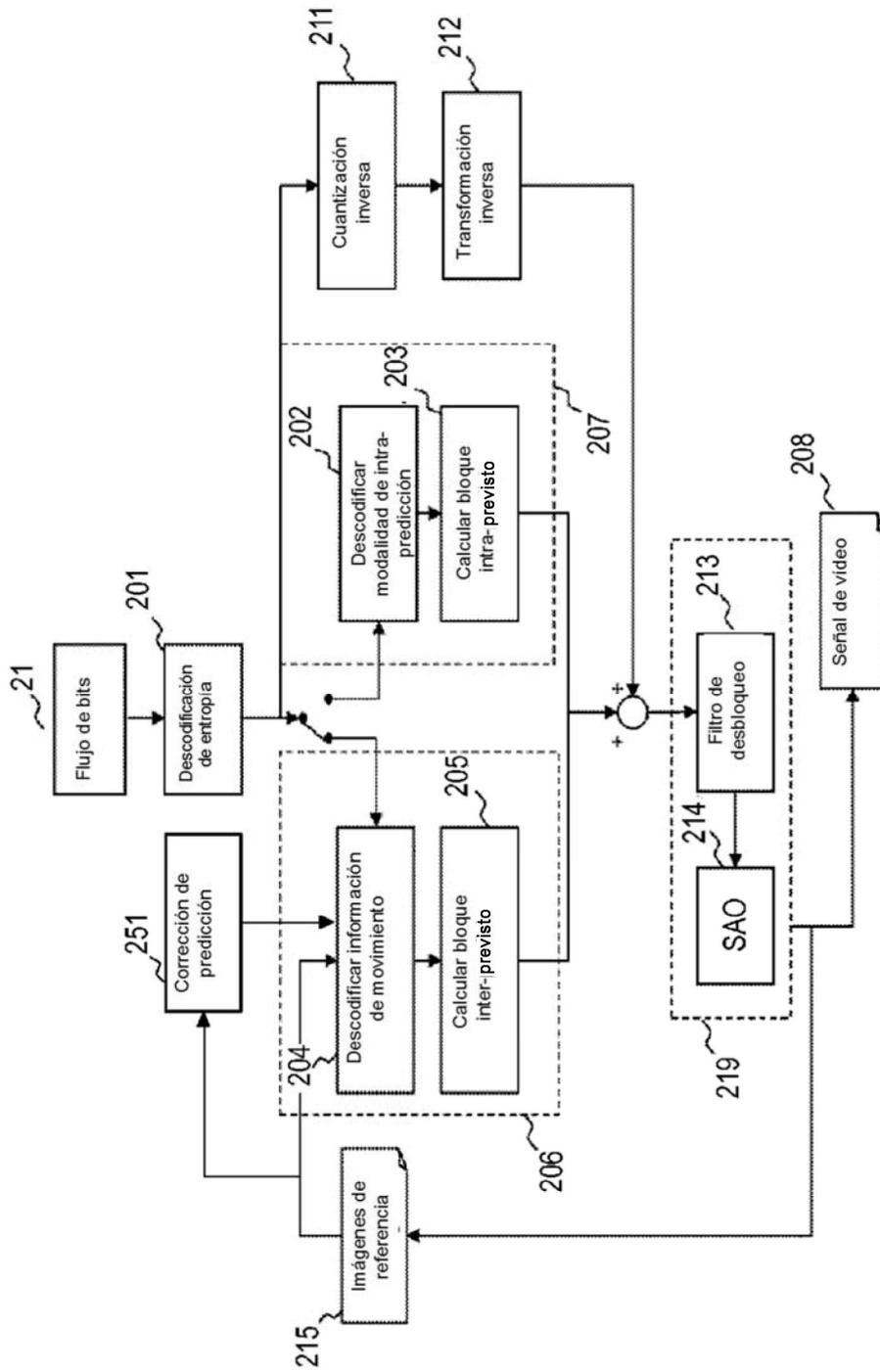


Fig. 2

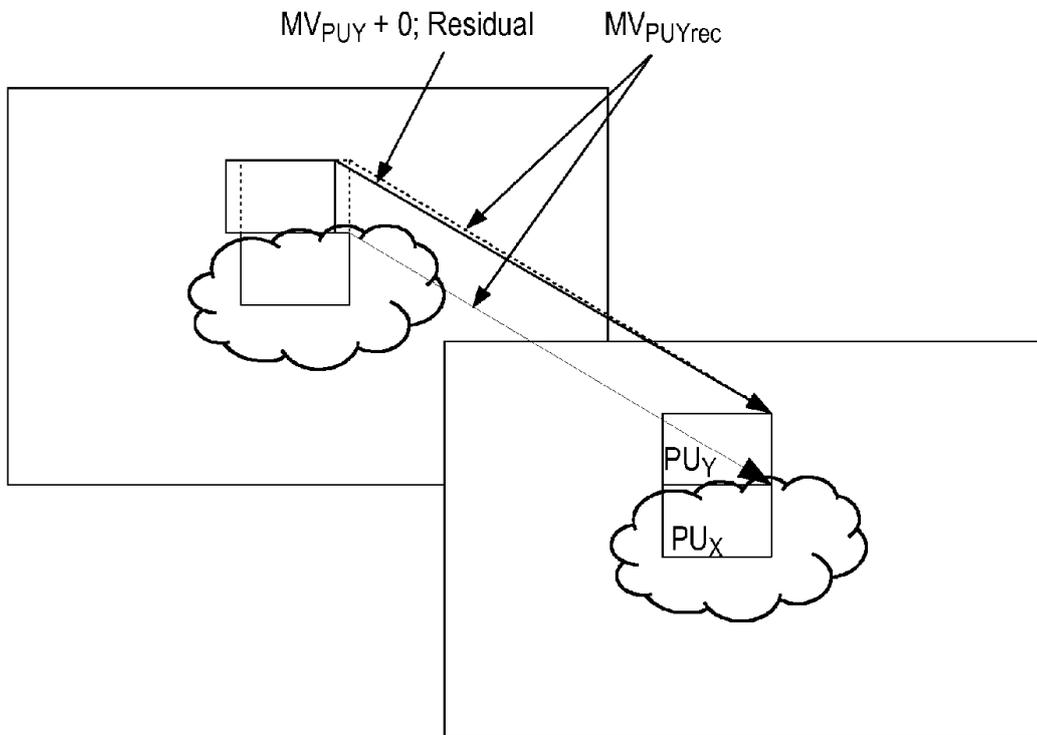


Fig. 3

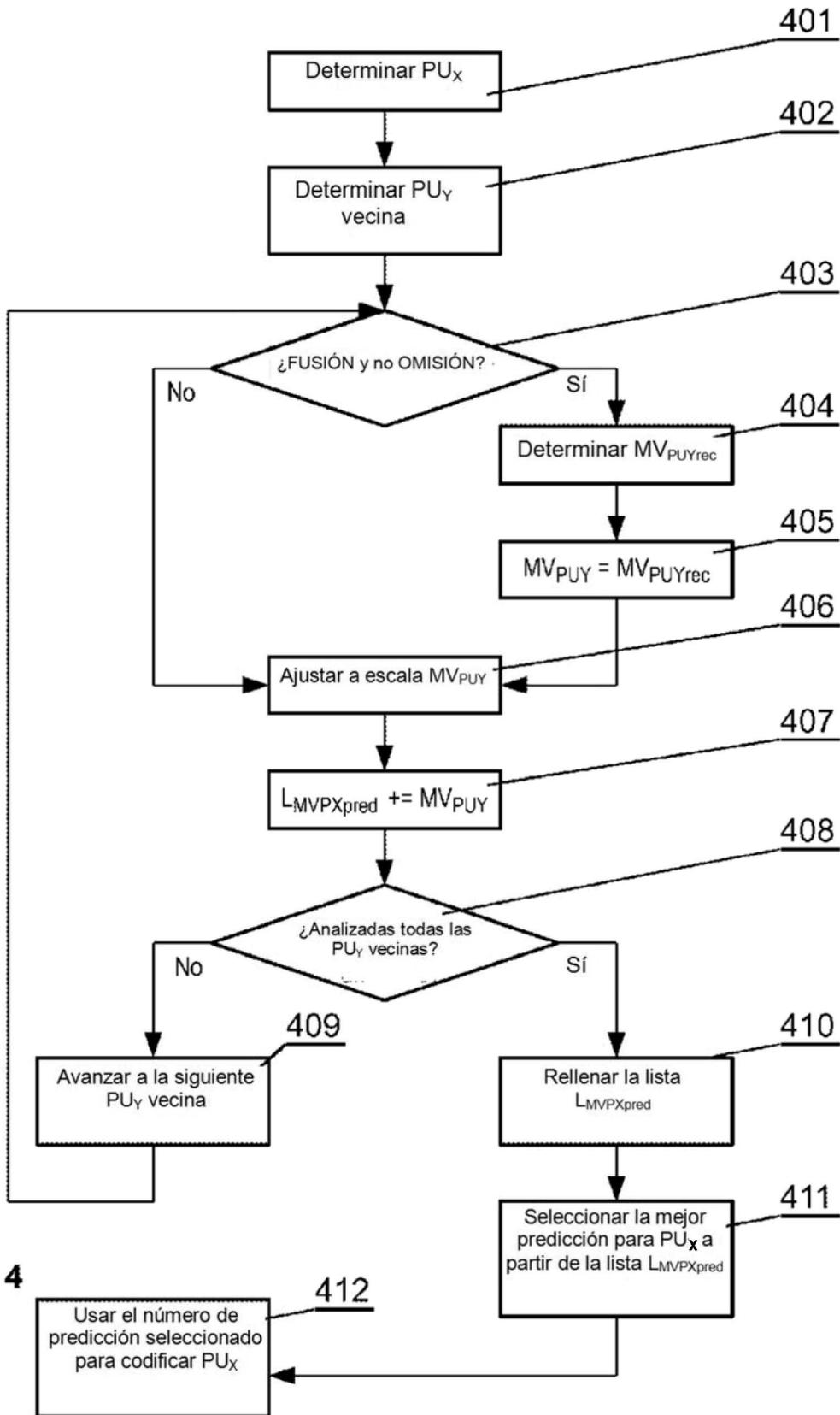


Fig. 4

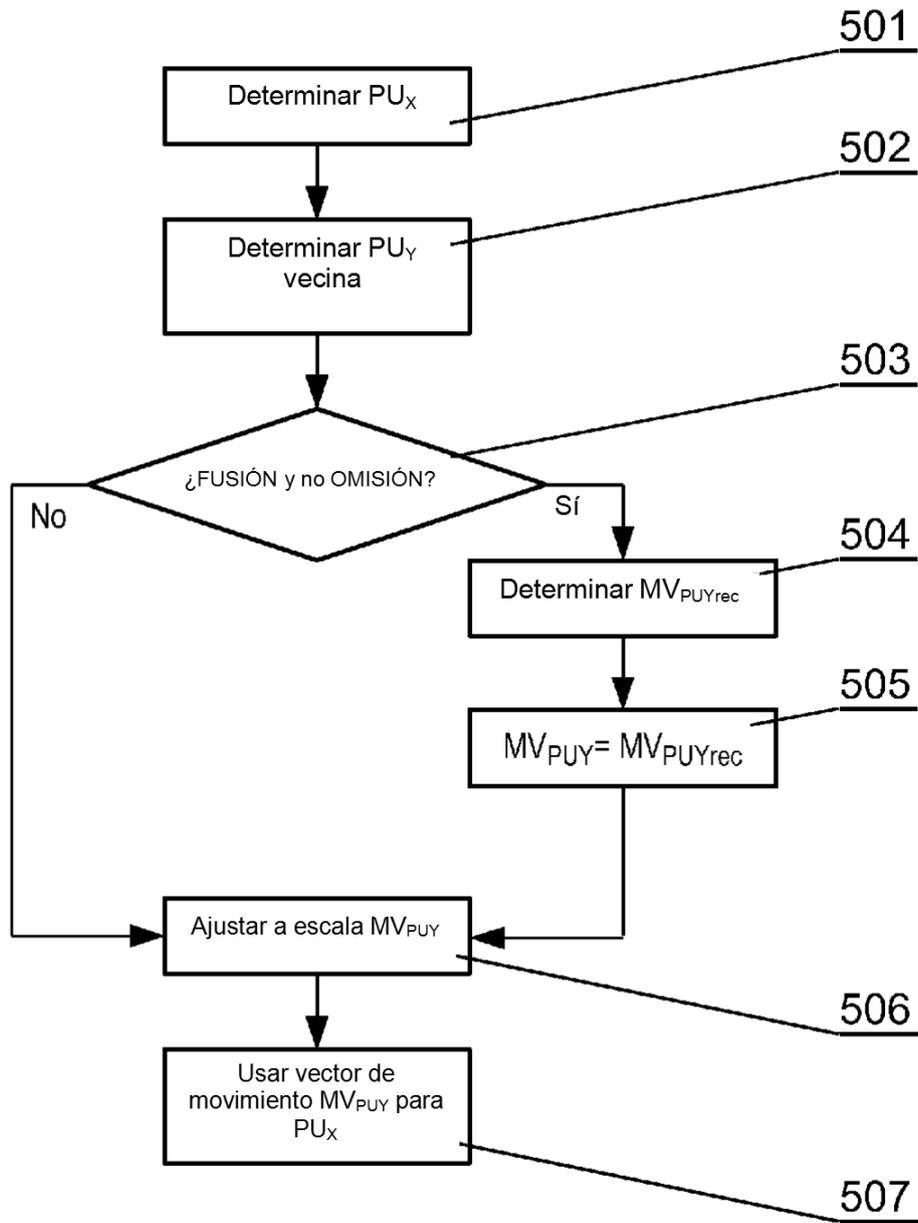


Fig. 5