

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 996 937**

51 Int. Cl.:

H04N 19/176 (2014.01)

H04N 19/593 (2014.01)

H04N 19/11 (2014.01)

H04N 19/463 (2014.01)

H04N 19/154 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2019 PCT/FR2019/051479**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.01.2020 WO20002796**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2019 E 19745690 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2024 EP 3815369**

54 Título: **Procedimientos y dispositivos para codificar y decodificar un flujo de datos representativo de al menos una imagen**

30 Prioridad:
27.06.2018 FR 1855792

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.02.2025

73 Titular/es:
**ORANGE (100.00%)
111, quai du Président Roosevelt
92130 Issy-les-Moulineaux, FR**

72 Inventor/es:

**HENRY, FÉLIX y
ABDOLI, MOHSEN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 996 937 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

Procedimientos y dispositivos para codificar y decodificar un flujo de datos representativo de al menos una imagen

5 **1. Campo de la invención**

El campo de la invención es el de la codificación y decodificación de imágenes o secuencias de imágenes y, en particular, de flujos de vídeo.

10 Más específicamente, la invención se refiere a la compresión de imágenes o secuencias de imágenes utilizando una representación en bloques de las imágenes.

La invención se puede aplicar en particular a la codificación de imágenes o de vídeo implementada en codificadores actuales o futuros (JPEG, MPEG, H.264, HEVC, etc. y sus modificaciones), y a la correspondiente decodificación.

15 **2. Técnica anterior**

Las imágenes y secuencias de imágenes digitales ocupan mucho espacio en términos de memoria, lo que requiere, a la hora de transmitir estas imágenes, comprimirlas a fin de evitar problemas de saturación en la red utilizada para esta transmisión.

Se conocen ya varias técnicas de compresión de datos de vídeo. Entre ellas, el estándar de compresión HEVC ("High Efficiency Video Coding, Coding Tools and Specification", Matthias Wien, Signals and Communication Technology, 2015) propone implementar una predicción de los píxeles de una imagen actual en comparación con otros píxeles pertenecientes a la misma imagen (predicción intra) o a una imagen anterior o siguiente (predicción inter).

Más precisamente, la predicción intra explota las redundancias espaciales dentro de una imagen. Para ello, las imágenes se cortan en bloques de píxeles. Los bloques de píxeles se predicen entonces utilizando informaciones ya reconstruidas, correspondientes a los bloques previamente codificados/descodificados en la imagen actual según el orden de recorrido de los bloques en la imagen.

Además, convencionalmente, la codificación de un bloque actual se lleva a cabo utilizando una predicción del bloque actual, denominada bloque predictor, y un residuo de predicción o "bloque residual", que corresponde a una diferencia entre el bloque actual y el bloque predictor. El bloque residual obtenido se transforma entonces, por ejemplo mediante una transformada de tipo DCT (transformada de coseno discreto). Los coeficientes del bloque residual transformado se cuantifican entonces, después se codifican mediante codificación entrópica y se transmiten al decodificador, que puede reconstruir el bloque actual añadiendo este bloque residual al bloque predictor.

La decodificación se realiza imagen por imagen y, para cada imagen, bloque por bloque. Para cada bloque, se leen los elementos correspondientes del flujo. Se realizan la cuantificación inversa y la transformada inversa de los coeficientes del bloque residual. Después, se calcula la predicción del bloque para obtener el bloque predictor y el bloque actual se reconstruye añadiendo la predicción (es decir, el bloque predictor) al bloque residual decodificado.

En el estándar HEVC, es posible realizar una predicción intra de un bloque actual según 35 modos de predicción intra diferentes. Para codificar el modo de predicción intra seleccionado para codificar un bloque actual, el estándar HEVC define dos listas de modos de predicción:

- una primera lista denominada lista MPM (por Most Probable Mode en inglés) que comprende los 3 modos de predicción intra más probables para el bloque actual, definiéndose dicha lista MPM a partir de los modos de predicción previamente seleccionados durante la codificación de los bloques vecinos del bloque actual,
- una segunda lista denominada lista no MPM que comprende los otros 32 modos de predicción intra restantes, es decir, los modos de predicción intra no incluidos en la lista MPM.

Según el estándar HEVC, la lista MPM se construye de acuerdo con los modos de predicción intra utilizados para codificar los bloques vecinos del bloque actual ubicados respectivamente a la izquierda y encima del bloque actual. Sin embargo, el mecanismo de construcción de la lista MPM del estándar HEVC no requiere que un modo de predicción intra esté disponible sistemáticamente para los bloques vecinos. Cuando al menos uno de los bloques vecinos no se ha codificado previamente usando un modo de predicción intra, el mecanismo de construcción de la lista MPM llena la lista MPM usando uno o más modos de predicción intra por defecto.

Parece que según este mecanismo para codificar un modo de predicción intra (uso de una lista MPM), cuando los bloques vecinos no están codificados según un modo de predicción intra, el coste de codificar un modo de predicción intra para el bloque actual es alto. Además, cuando se utilizan nuevos modos de predicción intra en complemento de

los modos de predicción intra convencionales existentes (por ejemplo los del estándar HEVC, o H.264, u otros), el uso de un nuevo modo de predicción intra o de un modo de predicción inter para el bloque actual afecta el costo de codificación de un modo de predicción intra para los siguientes bloques de la imagen que están codificados en modo intra.

5 Por lo tanto, existe la necesidad de un nuevo método de codificación y decodificación para mejorar la compresión de datos de imagen o vídeo.

10 El documento FR 2 987 966 A1 (ASSISTANCE TECH ET ETUDE DE MATERIELS ELECTRONIQUES [FR], 13-09-2013), describe cómo asignar un modo intra a bloques codificados inter de modo que dicho modo intra pueda usarse para la predicción del modo intra de un bloque siguiente.

15 El documento WO 2010/086562 A1 (FRANCE TELECOM [FR]; PATEUX STEPHANE [FR]; CAMMAS NATHALIE [FR]; AMONO, 05-08-2010), describe la asignación de una dirección de predicción intra a bloques codificados inter (respectivamente un vector de movimiento para bloques codificados intra) de modo que al predecir el modo intra de un bloque actual (respectivamente, el vector de movimiento de un bloque actual), todos los vecinos tengan un modo intra disponible (respectivamente mv). El modo intra asignado se puede determinar calculando un gradiente de textura o basándose en los modos intra vecinos.

20 El documento WO 2008/093936 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS LTD [KR], 08-07-2008), divulga la predicción del vector de movimiento actual utilizando vecinos. Para evitar que un vector de movimiento vecino no esté disponible debido a que el bloque vecino esté codificado en modo intra, también se asigna un MV virtual a los bloques codificados intra. El MV virtual se puede calcular utilizando una coincidencia de modelos o en base a MV vecinos.

25 **3. Presentación de la invención**

La invención mejora el estado de la técnica. La invención se expone en las reivindicaciones adjuntas.

30 Según la invención, cuando un bloque se codifica según un modo de codificación diferente del modo de codificación intra denominado convencional, es decir, un modo de codificación intra, tal como el definido por ejemplo en el estándar HEVC, se determina un modo de predicción intra y asociado al bloque. Tal modo de predicción intra asociado con un bloque actual es "ficticio" ya que no se utiliza, en este caso, para decodificar el bloque actual. Tal modo de predicción intra asociado con el bloque actual se puede utilizar posteriormente para decodificar un bloque siguiente en la imagen si está codificado según el modo de codificación intra denominado convencional, o para asociar un modo de predicción intra al siguiente bloque si el bloque siguiente está codificado según otro modo de codificación.

35 El modo de codificación intra convencional corresponde a cualquier tipo de modo de codificación intra que utiliza un modo de predicción intra seleccionado de un grupo de modos de predicción intra, basándose en un modo de predicción intra que se ha utilizado para predecir un bloque previamente decodificado y vecino del bloque actual. Por ejemplo, puede tratarse de un modo de codificación intra según el estándar H.264/AVC, o HEVC, u otros.

40 El otro modo de codificación puede corresponder a cualquier tipo de modo de codificación distinto del modo de codificación intra denominado convencional, por ejemplo un modo de codificación inter, otro tipo de modo de codificación intra (basado en DPCM - por Differential pulse-code modulation en inglés o ILR - por In-Loop Residual en inglés -, basado en una técnica de "template matching" (emparejamiento de modelos en inglés, etc.).

45 **4. Lista de las figuras**

Otras características y ventajas de la invención aparecerán más claramente con la lectura de la siguiente descripción según un modo particular de realización, dado a título de ejemplo sencillo, ilustrativo y no limitativo, y de los dibujos adjuntos, entre los que:

- 55 • la figura 1 presente etapas del procedimiento de codificación según una realización particular de la invención,
- La figura 2 ilustra un ejemplo de la posición de bloques vecinos a un bloque actual para determinar un modo de predicción intra según una realización particular de la invención.
- 60 • La figura 3 ilustra un ejemplo de la posición de los píxeles de referencia utilizados para predecir píxeles de un bloque actual según una realización particular de la invención.
- la figura 4 presente etapas del procedimiento de decodificación según una realización particular de la invención,

- la figura 5 ilustra un ejemplo de una señal que comprende datos codificados representativos de al menos un bloque de una imagen según una realización particular de la invención.

5 • la figura 6 presenta la estructura simplificada de un dispositivo de codificación adaptado para implementar el procedimiento de codificación según una cualquiera de las realizaciones particulares de la invención,

10 • la figura 7 presenta la estructura simplificada de un dispositivo de decodificación adaptado para implementar el procedimiento de decodificación según una cualquiera de las realizaciones particulares de la invención.

(Comienzo de la parte que describe la invención)

5. Descripción de una realización de la invención

15 **5.1 Principio general**

El principio general de la invención es asociar un modo de predicción intra determinado en un grupo de modos de predicción intra definidos para un modo de codificación intra, a un bloque de una imagen codificada según otro modo de codificación distinto del modo de codificación intra.

20 Convencionalmente, cuando un bloque de la imagen se codifica según el modo de codificación intra, el modo de predicción utilizado para codificar este bloque se codifica en el flujo. Tal modo de predicción definido para un modo de codificación intra se predice a partir de los modos de predicción intra utilizados para codificar bloques vecinos del bloque. Según la invención, cuando un bloque vecino no se ha codificado según el modo de codificación intra, y por lo tanto no se ha utilizado ningún modo de predicción intra definido para el modo de codificación intra para codificar este bloque vecino, el bloque vecino todavía tiene un modo de predicción intra asociado con este bloque vecino. El modo de predicción intra asociado con el bloque vecino puede así usarse para predecir el modo de predicción intra de un bloque codificado según un modo de codificación intra, o bien para determinar un modo de predicción intra a asociar con este bloque, cuando este bloque se codifica usando otro modo de codificación.

La invención permite así mejorar los rendimientos de compresión.

(Final de la parte que describe la invención)

35 **5. 2 Ejemplos de implementación**

La figura 1 presenta etapas del procedimiento de codificación según una realización particular de la invención. Por ejemplo, se codifica una secuencia de imágenes I_1, I_2, \dots, I_{N_b} en forma de un flujo de datos codificados STR según una realización particular de la invención. Por ejemplo, tal procedimiento de codificación se implementa mediante un dispositivo de codificación tal como se describe a continuación en relación con la figura 6.

Una secuencia de imágenes I_1, I_2, \dots, I_{N_b} , siendo N_b el número de imágenes de la secuencia a codificar, se proporciona como entrada del procedimiento de codificación. El método de codificación genera en salida un flujo de datos codificados STR representativos de la secuencia de imágenes proporcionada como entrada.

De manera conocida, la codificación de la secuencia de imágenes I_1, I_2, \dots, I_{N_b} se realiza imagen a imagen según un orden de codificación previamente establecido y conocido por el decodificador. Por ejemplo, las imágenes pueden codificarse en el orden temporal I_1, I_2, \dots, I_{N_b} o según otro orden, por ejemplo $I_1, I_3, I_2, \dots, I_{N_b}$.

50 Durante una etapa E0, una imagen I_j a codificar a partir de la secuencia de imágenes I_1, I_2, \dots, I_{N_b} se divide en bloques, por ejemplo en bloques de tamaño 32×32 o 64×64 píxeles, o más. Tal bloque se puede subdividir en sub-bloques cuadrados o rectangulares, por ejemplo de tamaño $16 \times 16, 8 \times 8, 4 \times 4, 16 \times 8, 8 \times 16$, etc.

55 Durante una etapa opcional E10, según una realización particular de la invención, se codifica un parámetro de cuantificación QP en el flujo de datos STR, a nivel de los datos codificados para la imagen I_j o bien a nivel de los datos codificados para la secuencia de imágenes.

60 Después, durante una etapa E1, se selecciona un primer bloque o sub-bloque X_b a codificar de la imagen I_j según una dirección de recorrido predeterminada de la imagen I_j . Por ejemplo, puede tratarse del primer bloque en el orden lexicográfico de recorrido de la imagen.

Durante una etapa E2, el codificador elige el modo de codificación para codificar el bloque actual X_b .

Según la realización particular aquí descrita, el codificador selecciona el modo de codificación para codificar el bloque actual X_b entre un primer modo de codificación M1 y un segundo modo de codificación M2. Se pueden utilizar modos de codificación adicionales (no descritos aquí). Según la realización particular aquí descrita, el primer modo de codificación M1 corresponde a la codificación del bloque actual mediante predicción intra convencional, por ejemplo tal como se define según el estándar HEVC, y el segundo modo de codificación M2 corresponde a la codificación mediante la predicción In Loop Residual (ILR).

El principio de la invención se puede ampliar a otros tipos de modos de codificación, ya sea para el primer modo de codificación M1 o para el segundo modo de codificación M2. Por ejemplo, el primer modo de codificación puede corresponder a cualquier tipo de modos de codificación intra según los cuales el modo de predicción intra utilizado para codificar un bloque se codifica mediante predicción a partir del modo de predicción intra de bloques vecinos previamente decodificados cuando existe. Éste es, por ejemplo, el caso del modo de codificación intra según los estándares H.264 o HEVC o incluso en el software experimental JEM disponible en la dirección de Internet (<https://jvet.hhi.fraunhofer.de/>).

El segundo modo de codificación puede corresponder a cualquier tipo de modos de codificación disponibles para el codificador/decodificador, por ejemplo un modo de codificación inter-imágenes, un modo de codificación por template matching, etc.

Durante la etapa E2, el codificador puede llevar a cabo una optimización de flujo/distorsión para determinar el mejor modo de codificación para codificar el bloque actual. Durante esta optimización de flujo/distorsión, se pueden probar modos de codificación adicionales distintos del primer y segundo modos de codificación, por ejemplo un modo de codificación en modo inter. Durante esta optimización flujo/distorsión, el codificador simula la codificación del bloque actual X_b según los diferentes modos de codificación disponibles a fin de determinar el flujo y la distorsión asociados con cada modo de codificación y selecciona el modo de codificación que ofrece el mejor compromiso flujo/distorsión, por ejemplo según la función $D+\lambda R$, en la que R representa el flujo necesario para codificar el bloque actual según el modo de codificación evaluado y D la distorsión medida entre el bloque decodificado y el bloque actual original, y λ un multiplicador lagrangiano, por ejemplo introducido por el usuario o definido por el codificador.

Durante una etapa E20, la información que indica el modo de codificación seleccionado para el bloque actual se codifica en el flujo de datos STR.

Si el bloque actual X_b se codifica según el primer modo de codificación M1, el procedimiento pasa a la etapa E21 de codificar el bloque según M1. Si el bloque actual X_b se codifica según el segundo modo de codificación M2, el procedimiento pasa a la etapa E22 de codificar el bloque según M2.

Se describe a continuación la etapa E21 de codificar el bloque según el primer modo de codificación M1, según una realización particular de la invención. Según el modo particular aquí descrito, el primer modo de codificación corresponde a una predicción intra convencional, tal como se define en el estándar HEVC.

Según una realización particular de la invención, durante una etapa E210, se determina un paso de cuantificación δ_1 . Por ejemplo, el paso de cuantificación δ_1 puede ser fijado por el usuario o calculado utilizando un parámetro de cuantificación que establece un compromiso entre compresión y calidad e ingresado por el usuario o definido por el codificador. Así, dicho parámetro de cuantificación puede ser el parámetro λ , utilizado en la función de coste caudal-distorsión $D+\lambda \cdot R$ en la que D representa la distorsión introducida por la codificación y R el caudal utilizado para codificar. Esta función sirve para tomar decisiones de codificación. Clásicamente, se busca una forma de codificar la imagen que minimice esta función.

Alternativamente, el parámetro de cuantificación puede ser el QP, que corresponde al parámetro de cuantificación utilizado convencionalmente en los estándares AVC o HEVC. Así, en el estándar HEVC, el paso de cuantificación δ_1 está determinado por la ecuación $\delta_1 = \text{levelScale}[\text{QP}\%6] \ll (\text{QP}/6)$ en la que $\text{levelScale}[k] = \{ 40, 45, 51, 57, 64, 72 \}$ para $k = 0..5$.

Durante una etapa E211, se determina una predicción del bloque actual usando un modo de predicción intra convencional. Según esta predicción intra convencional, cada píxel predicho se calcula únicamente a partir de los píxeles decodificados procedentes de los bloques vecinos (píxeles de referencia) ubicados encima del bloque actual, y a la izquierda del bloque actual. La manera en que se predicen los píxeles a partir de los píxeles de referencia depende de un modo de predicción que se transmite al decodificador, y que el codificador elige entre un conjunto predeterminado de modos conocidos por el codificador y el decodificador.

Así, en HEVC, existen 35 modos de predicción posibles: 33 modos que interpolan los píxeles de referencia en 33 direcciones angulares diferentes, y otros 2 modos: el modo DC en el que cada píxel del bloque predicho se produce a partir del promedio de los píxeles de referencia, y el modo PLANAR, que realiza una interpolación plana y no direccional. Este enfoque denominado "predicción intra convencional" es bien conocido y también se utiliza en el estándar ITU-T H.264 (en el que sólo existen 9 modos diferentes), así como en el software experimental JEM disponible en la dirección de Internet (<https://jvet.hhi.fraunhofer.de/>), en el que existen 67 modos de predicción

diferentes. En todos los casos, la predicción intra convencional respeta los dos aspectos citados anteriormente (predicción de píxeles a partir de bloques vecinos y transmisión de un modo de predicción al decodificador).

5 Durante la etapa E211, el codificador elige por lo tanto uno de los modos de predicción disponibles en la lista predeterminada de modos de predicción. Una forma de elegir consiste en, por ejemplo, evaluar todos los modos de predicción y mantener el modo de predicción que minimice una función de coste tal como, convencionalmente, el coste flujo-distorsión.

10 Durante una etapa E212, el modo de predicción elegido para el bloque actual se codifica a partir de los bloques vecinos del bloque actual. La figura 2 ilustra un ejemplo de la posición de los bloques vecinos A_b y B_b del bloque actual X_b para codificar el modo de predicción del bloque actual X_b .

15 Durante la etapa E212, el modo de predicción intra elegido para el bloque actual se codifica usando los modos de predicción intra asociados con bloques vecinos.

Según la realización particular de la invención aquí descrita, el modo de predicción intra asociado a un bloque es:

- 20 • el modo de predicción intra que se utilizó para predecir el bloque, si el bloque fue codificado mediante un modo de codificación de predicción intra convencional,
- el modo de predicción intra que estaba asociado al bloque, si el bloque fue codificado mediante otro modo de codificación distinto del modo de codificación de predicción intra convencional. Un ejemplo de tal asociación se describe a continuación con referencia a la etapa E229.

25 Así, se puede utilizar el enfoque descrito en el estándar HEVC para codificar el modo de predicción del bloque actual. Tal enfoque consiste, en el ejemplo de la figura 2, en identificar el modo de predicción intra m_A asociado con el bloque A_b ubicado encima del bloque actual, y el modo de predicción intra m_B asociado con el bloque B_b ubicado justo a la izquierda del bloque actual. En función del valor de m_A y de m_B , se crean una lista denominada MPM (para Most Probable Mode), que contiene 3 modos de predicción intra, y una lista no MPM, que contiene los otros 32 modos de predicción.

30 Según el modo particular aquí descrito, el mecanismo de creación de la lista MPM especificada según el estándar HEVC se adapta a fin de tener en cuenta la asociación de un modo de predicción intra con un bloque durante su codificación, cuando este bloque no está codificado según el modo de codificación intra convencional (etapa E229 descrita más adelante). Así, un bloque vecino al bloque actual siempre tiene asociado un modo de predicción intra, ya sea que este bloque se haya codificado según un modo de codificación intra o según otro modo de codificación (ILR, inter, etc.).

40 El resto del mecanismo para crear la lista MPM sigue siendo similar al especificado según el estándar HEVC. Si m_A y m_B son ambos iguales al mismo modo de predicción intra y que este modo de predicción intra es el modo de predicción DC o PLANAR, la lista MPM incluye los siguientes modos de predicción: $MPM[0]=PLANAR$, $MPM[1]=DC$, $MPM[2]=A(26)$ que corresponde al modo de predicción angular en el índice 26 de la tabla de modos de predicción intra HEVC.

45 Si m_A y m_B son ambos iguales al mismo modo de predicción angular $m(n)$, la lista MPM comprende los siguientes modos de predicción: $MPM[0]=m(n)$, $MPM[1]=m(2+(n+29)\text{mod}32)$, $MPM[2]=m(2+(n-1)\text{mod}32)$.

50 Si m_A y m_B son diferentes, la lista MPM comprende los siguientes modos de predicción: $MPM[0]=m_B$, $MPM[1]=m_A$, $MPM[2]=M_{last}$, en los que M_{last} se define por:

- si m_B no es igual al modo PLANAR y m_A no es igual al modo PLANAR, entonces M_{last} es igual al modo PLANAR,
- 55 • si no, si m_B no es igual al modo DC y m_A no es igual al modo DC, entonces M_{last} es igual al modo DC,
- en caso contrario, M_{last} es igual al modo angular $A(26)$.

La lista no MPM comprende todos los demás modos de predicción intra no comprendidos en la lista MPM.

60 Según el estándar HEVC, a fin de codificar el modo de predicción intra del bloque actual, se transmiten elementos de sintaxis:

- un indicador binario que indica si el modo de predicción a codificar para el bloque actual está en la lista MPM o no,

5 • si el modo de predicción del bloque actual pertenece a la lista MPM, se codifica un índice en la lista MPM correspondiente al modo de predicción del bloque actual,

- si el modo de predicción del bloque actual no pertenece a la lista MPM, se codifica un índice en la lista no MPM correspondiente al modo de predicción del bloque actual,

10 Durante una etapa E213, se construye el residuo de predicción R para el bloque actual.

15 Durante la etapa E213, de manera convencional, se construye un bloque P predicho en función del modo de predicción elegido en la etapa E211. Después, el residuo de predicción R se obtiene calculando la diferencia para cada píxel entre el bloque predicho P y el bloque actual original. Durante una etapa E214, el residuo de predicción R se transforma en R_T .

20 Durante la etapa E214, se aplica una transformada de frecuencia al bloque de residuos R de manera a producir el bloque R_T que comprende coeficientes transformados. La transformada podría ser, por ejemplo, una transformada de tipo DCT. Es posible elegir la transformada a utilizar de un conjunto predeterminado de transformadas E_T e informar la transformada utilizada al decodificador.

Durante una etapa E215, el bloque de residuos transformado R_T se cuantifica usando, por ejemplo, una cuantificación escalar del paso de cuantificación δ_T . Esto produce el bloque de residuo de predicción transformado cuantificado R_{TQ} .

25 Durante una etapa E216, los coeficientes del bloque cuantificado R_{TQ} son codificados por un codificador entrópico. Por ejemplo, se puede utilizar la codificación entrópica especificada en el estándar HEVC. Según la variante de realización descrita aquí, durante una etapa E217, el modo de predicción determinado en la etapa E211 está asociado con el bloque actual.

30 De manera conocida, el bloque actual se decodifica descuantificando los coeficientes del bloque cuantificado R_{TQ} , aplicando después la transformada inversa a los coeficientes descuantificados para obtener el residuo de predicción decodificado. La predicción se añade entonces al residuo de predicción decodificado a fin de reconstruir el bloque actual y obtener su versión decodificada. La versión decodificada del bloque actual puede usarse ulteriormente para predecir espacialmente otros bloques vecinos de la imagen o bien para predecir bloques de otras imágenes mediante predicción inter-imágenes.

35 Se describe a continuación la etapa E22 de codificar el bloque según el segundo modo de codificación M2, según una realización particular de la invención. Según el modo particular aquí descrito, el segundo modo de codificación corresponde a la codificación mediante predicción ILR.

40 Durante una etapa E220, se determina un predictor local PL para el bloque actual. Según el modo de codificación aquí descrito, los píxeles del bloque actual se predicen mediante píxeles reconstruidos previamente de un bloque vecino al bloque actual o del propio bloque actual. Preferiblemente, para predecir, se eligen píxeles que estén lo más cerca posible del píxel que se va a predecir. Por este motivo, se habla de un predictor local. El predictor local PL también se puede comparar con un modo de predicción del bloque actual asociado con el segundo modo de codificación M2. Según esta interpretación, en la realización particular aquí descrita, el primer modo de codificación utiliza un primer grupo de modos de predicción intra, por ejemplo los modos de predicción intra definidos por el estándar HEVC, y el segundo modo de codificación, aquí el modo ILR, utiliza un segundo grupo de modos de predicción distinto del primer grupo de modos de predicción intra. Según una realización alternativa descrita a continuación, se puede determinar una correspondencia entre estos dos grupos de modos de predicción.

El predictor local PL puede ser único o puede seleccionarse de un conjunto de predictores locales predeterminados (segundo grupo de modos de predicción).

55 Según una variante de realización, se definen 4 predictores locales. Así, si se denomina X el píxel actual que se va a predecir a partir del bloque actual, A el píxel ubicado inmediatamente a la izquierda de X, B el píxel ubicado inmediatamente a la izquierda y encima de X, C el píxel ubicado inmediatamente encima de X, tal como se ilustra en la figura 3 que muestra un bloque actual X_b . Se pueden definir 4 predictores locales PL1, PL2, PL3, PL4 de la siguiente manera:

60
$$PL1(X) = \begin{cases} \min(A,B) & \text{si } C \geq \max(A,B) \\ \max(A,B) & \text{si } C \leq \min(A,B) \\ A+B-C & \text{sinon} \end{cases}$$

PL2(X) = A

PL3(X) = B

5

PL4(X) = C

en la que $\min(A,B)$ corresponde a la función que devuelve el valor más pequeño entre el valor de A y el valor de B, y $\max(A,B)$ corresponde a la función que devuelve el valor más grande entre el valor de A y el valor de B.

10

Durante la etapa E220, se determina qué predictor local PL usar para el bloque actual. En otras palabras, se utilizará el mismo predictor local para todos los píxeles del bloque actual, es decir, la misma función de predicción. Para ello, son posibles varias variantes de realización. Se puede simular la codificación del bloque actual con cada uno de los predictores (de manera similar a una optimización para elegir un modo de codificación para el bloque actual), y se selecciona el predictor local que optimiza una función de coste (por ejemplo, que minimiza la función $D + \lambda \cdot R$, en la que R es el flujo utilizado para codificar el bloque, D es la distorsión del bloque decodificado con respecto al bloque original, y λ es un parámetro establecido por el usuario).

15

20

O bien, para limitar la complejidad de la selección de un predictor local para el bloque actual, se analiza una orientación de la textura de los píxeles previamente codificados. Por ejemplo, los píxeles previamente codificados en el bloque que se encuentran encima o a la izquierda del bloque actual se analizan utilizando un operador de tipo Sobel. Si se determina que:

25

- la orientación es horizontal, se selecciona el predictor local PL2,

- la orientación es vertical, se selecciona el predictor local PL3,

- la orientación es diagonal, se selecciona el predictor local PL4,

30

- si no surge ninguna orientación, se selecciona el predictor local PL1.

Se codifica un elemento de sintaxis en el flujo de datos STR para indicar al decodificador qué predictor local se usó para predecir el bloque actual.

35

Según una realización particular de la invención, durante una etapa E221, se determina un paso de cuantificación δ_2 . Según la realización particular descrita aquí, el paso de cuantificación δ_2 depende de un mismo parámetro de cuantificación que el paso de cuantificación δ_1 que se determinaría en la etapa E210 si el bloque actual fue codificada según el primer modo de codificación.

40

Según una variante, el paso de cuantificación δ_2 puede determinarse en función del paso de cuantificación δ_1 . Por ejemplo, se puede utilizar una función lineal o polinómica, tal como $\delta_2 = a_1 \cdot \delta_1 + b_1$, en el que a_1 y b_1 son números enteros o reales predeterminados, o también $\delta_2 = c_1 \cdot \delta_1^2 + d_1 \cdot \delta_1 + e_1$ o $c_1, d_1, y e_1$ son números enteros o números reales predeterminados. Por ejemplo, $a_1=2, b_1=10, c_1=0.1, d_1=2$ y $e_1=10$. Otros valores son posibles.

45

Según otra variante, el paso de cuantificación δ_2 puede determinarse a partir del parámetro λ que establece el compromiso entre compresión y calidad. Este parámetro lagrangiano λ puede ser ingresado por el usuario o definido por el codificador, de manera similar a δ_1 o determinado a partir del parámetro de cuantificación QP mencionado anteriormente.

50

Según otra variante, el paso de cuantificación δ_2 puede ser fijada directamente por el usuario, siendo entonces el paso de cuantificación δ_1 que es función de δ_2 .

Durante una etapa E222, se calcula un residuo de predicción R1 para el bloque actual. Para ello, una vez elegido el predictor local, para cada píxel actual del bloque actual:

55

- El píxel actual X del bloque actual es predicho por el predictor local PL seleccionado, utilizando píxeles externos del bloque y ya reconstruidos (y por lo tanto disponibles con su valor decodificado), o píxeles previamente reconstruidos en el bloque actual, o bien de ambos, a fin de obtener un valor predicho PRED. En todos los casos, el predictor PL utiliza píxeles previamente reconstruidos. En la figura 3, se puede observar que los píxeles del bloque actual ubicados en la primera fila y/o la primera columna del bloque actual utilizarán como píxeles de referencia (para construir el valor predicho PRED) píxeles externos al bloque y ya reconstruidos (píxeles en gris en la figura 3) y eventualmente píxeles ya reconstruidos del bloque actual. Para

60

los demás píxeles del bloque actual, los píxeles de referencia utilizados para construir el valor predicho PRED se encuentran dentro del bloque actual.

- 5 • la diferencia DIFF entre PRED y X se cuantifica en un valor Q(X), mediante un cuantificador escalar del paso de cuantificación δ_2 , mediante $Q(X) = \text{ScalarQuant}(\text{DIFF}) = \text{ScalarQuant}(\delta_2, X - \text{PRED})$, siendo el cuantificador escalar por ejemplo, un cuantificador escalar vecino más cercano tal que:

$$\text{ScalarQuant}(\Delta, x) = \text{floor} \left(\frac{x + \frac{\Delta}{2}}{\Delta} \right)$$

10 •

15 Q(X) es el residuo cuantificado asociado con X. Se calcula en el dominio espacial, es decir, se calcula directamente a partir de la diferencia entre el valor PRED predicho del píxel X y el valor original de X. Tal residuo cuantificado Q(X) para el píxel X se almacena en un bloque de residuo de predicción cuantificado $R1_Q$, que será codificado más tarde. - el valor predicho decodificado P1(X) de X se calcula sumando al valor predicho PRED el valor descuantificado del residuo cuantificado Q(X). El valor predicho decodificado P1(X) de X se obtiene así mediante $P1(X) = \text{PRED} + \text{ScalarDequant}(\delta_2, Q(X))$. Por ejemplo, la función de cuantificación escalar inversa más cercana viene dada por: $\text{ScalarDequant}(\Delta, x) = \Delta \times x$.

20 El valor predicho decodificado P1(X) permite así predecir posibles píxeles que quedan por procesar en el bloque actual. Por otro lado, el bloque P1 que comprende los valores decodificados/reconstruidos de los píxeles del bloque actual constituye el predictor ILR del bloque actual (a diferencia del predictor intra convencional).

25 Las subetapas descritas anteriormente se llevan a cabo para todos los píxeles del bloque actual, en un orden de recorrido que garantiza que los píxeles utilizados para la predicción elegidos de PL1, ..., PL4 están disponibles.

Según una variante de realización, el orden de recorrido del bloque actual es el orden lexicográfico, es decir de izquierda a derecha y de arriba a abajo.

30 Según otra variante de realización, se pueden utilizar varias órdenes de recorrido del bloque actual, por ejemplo:

- el orden lexicográfico, o
- Recorriendo la primera columna de arriba a abajo, y después la columna justo a su derecha, etc. O
- 35 bien,
- Recorriendo las diagonales una tras otra.

40 Según esta otra variante, es posible simular el coste de codificación asociado a cada una de las órdenes de recorrido y elegir el mejor orden de recorrido del bloque actual en la dirección de flujo/distorsión, después codificar una información para el bloque actual representativa del orden de recorrido elegido.

45 Al final de la etapa E222, se determinó el bloque de residuo cuantificado $R1_Q$. Este bloque de residuo cuantificado $R1_Q$ debe codificarse para transmitirse al decodificador. También se determinó el predictor P1 del bloque actual.

50 Durante una etapa E223, el bloque de residuo cuantificado $R1_Q$ se codifica a fin de transmitirlo al decodificador. Es posible utilizar cualquier enfoque conocido, tal como el método descrito en HEVC, para codificar los coeficientes cuantificados de un residuo de predicción convencional. Por ejemplo, según una variante realización, los valores del bloque de residuo cuantificado $R1_Q$ se codifican usando un codificador entrópico en el flujo de datos STR.

55 Según una realización particular de la invención, es posible determinar y codificar un residuo de predicción adicional R2 a partir del predictor ILR obtenido para el bloque actual. Sin embargo, la codificación de un residuo de predicción adicional R2 es opcional. En efecto, es posible codificar simplemente el bloque actual mediante su versión predicha P1 y el residuo cuantificado $R1_Q$.

Para codificar un residuo de predicción adicional R2 para el bloque actual, se implementan las siguientes etapas.

60 Durante una etapa E224, se calcula la diferencia R2 entre el predictor P1 y el bloque actual original X_b a fin de constituir un residuo adicional R2: $R2 = X_b - P1$. Las siguientes etapas corresponden a las etapas convencionales de codificación de este residuo R2.

Durante una etapa E225, el residuo R2 se transforma utilizando una transformada de frecuencia de manera a producir el bloque de coeficientes R2_T.

5 La transformada puede ser, por ejemplo, una transformada de tipo DCT. Es posible elegir la transformada a utilizar de un conjunto predeterminado de transformadas E_{T2} e informar la transformada utilizada al decodificador. En este caso, el conjunto E_{T2} puede ser diferente del conjunto E_T, a fin de adaptarse a las estadísticas particulares del residuo R2.

10 Durante una etapa E226, el bloque de coeficientes R2_T se cuantifica, por ejemplo usando una cuantificación escalar del paso de cuantificación δ . Esto produce el bloque R2_{TQ}.

15 El usuario puede configurar el paso de cuantificación δ . También se puede calcular utilizando otro parámetro λ que fija el compromiso entre compresión y calidad y entrada por el usuario o el codificador. Por ejemplo, el paso de cuantificación δ puede corresponder al paso de cuantificación δ_1 o determinarse de manera similar a éste.

20 Durante una etapa E227, los coeficientes del bloque cuantificado R2_{TQ} se transmiten entonces de forma codificada. Por ejemplo, se puede utilizar la codificación especificada en el estándar HEVC.

25 De manera conocida, el bloque actual se decodifica descuantificando los coeficientes del bloque cuantificado R2_{TQ}, aplicando después la transformada inversa a los coeficientes descuantificados para obtener el residuo de predicción decodificado. La predicción P1 se añade entonces al residuo de predicción decodificado a fin de reconstruir el bloque actual y obtener su versión decodificada X_{rec}. La versión decodificada X_{rec} del bloque actual puede usarse ulteriormente para predecir espacialmente otros bloques vecinos de la imagen o bien para predecir bloques de otras imágenes mediante predicción inter-imágenes.

30 Cuando el bloque actual se codifica según el segundo modo de codificación M2, se determina un modo de predicción convencional intra y se asocia con el bloque actual. Para ello, durante una etapa E228, se determina un modo de predicción intra para el bloque actual en la lista de modos de predicción intra disponibles en el modo de codificación intra M1 convencional. Son posibles varias variantes de realización.

35 Según una variante, la lista de modos de predicción MPM se crea para el bloque actual según el mecanismo descrito anteriormente para codificar según el primer modo de codificación M1. Según esta variante, el modo de predicción se determina como el primer modo en la lista MPM. Según esta variante, sólo se puede crear una subparte de la lista MPM ya que se trata de seleccionar el primer elemento de la lista MPM.

40 Según otra variante, el modo de predicción está predeterminado. Por ejemplo, puede tratarse de un modo de predicción definido por defecto, o transmitido en el flujo de datos. Por ejemplo, el modo de predicción predeterminado es el modo PLANAR del estándar HEVC.

45 Según otra variante, el modo de predicción se determina como el modo de predicción intra que mejor se aproxima al bloque decodificado actual X_{rec}. Según esta variante, todos los modos de predicción o sólo algunos de ellos (por ejemplo los comprendidos en la lista MPM) se evalúan midiendo una distorsión entre el bloque decodificado actual X_{rec} y el bloque predicho obtenido por el modo de predicción evaluado. Se selecciona el modo de predicción intra que proporciona la distorsión más pequeña.

50 Según otra variante, el modo de predicción se determina como el modo de predicción intra que mejor se aproxima al bloque actual predicho P1 obtenido por la predicción ILR. Según esta variante, todos los modos de predicción o sólo algunos de ellos (por ejemplo los comprendidos en la lista MPM) se evalúan midiendo una distorsión entre el bloque actual predicho P1 y el bloque predicho obtenido por el modo de predicción evaluado. Se selecciona el modo de predicción intra que proporciona la distorsión más pequeña.

55 Según otra variante, cuando, para un bloque codificado en ILR, existen varios predictores locales posibles, el modo de predicción intra puede depender del predictor local elegido para predecir el bloque actual. Por ejemplo, una tabla de asociación conocida por el codificador y el decodificador indica qué modo de predicción intra debe asociarse con el bloque actual en función del predictor local elegido.

60 Durante una etapa E229, el modo de predicción intra determinado se asocia con el bloque actual. Se trata aquí de asociar un modo de predicción intra pero no de transmitirlo al decodificador. El método que determina el modo intra que debe asociarse al bloque actual es reproducible en el decodificador y no requiere la transmisión de ninguna información.

65 Se han descrito anteriormente varias variantes de realizaciones, pero, por supuesto, el codificador y el decodificador deben implementar la misma variante.

El modo de predicción intra asociado con el bloque actual se puede utilizar para:

- predecir el modo de predicción intra de un bloque siguiente que se codificaría en el modo intra convencional, o
- determinar, en su caso, el modo de predicción intra que se asociará con un bloque siguiente que se codificaría según otro modo de codificación distinto del modo de predicción intra convencional. Este otro modo de codificación podría ser un modo de codificación ILR, u otro (inter, etc.).

5 Durante una etapa E23, se comprueba si el bloque actual es el último bloque de la imagen a procesar por el método de codificación, teniendo en cuenta el orden de recorrido definido previamente. En caso afirmativo, el procedimiento pasa a la codificación (etapa E25) de la siguiente imagen del vídeo, si corresponde. De lo contrario, durante una etapa E24, el siguiente bloque de la imagen a procesar se selecciona de acuerdo con el recorrido de la imagen definida previamente y el procedimiento de codificación pasa a la etapa E2, en la que el bloque seleccionado se convierte en el bloque actual a tratar.

15 La figura 4 presenta las etapas del procedimiento de decodificar un flujo STR de datos codificados representativos de una secuencia de imágenes I_1, I_2, \dots, I_{N_b} a decodificar según una realización particular de la invención.

20 Por ejemplo, el flujo de datos STR se generó mediante el procedimiento de codificación que se muestra en relación con la figura 1. El flujo de datos STR se proporciona como entrada a un dispositivo de decodificación DEC, como se describe en relación con la figura 7.

El procedimiento de decodificación decodifica el flujo cuadro por cuadro y cada cuadro se decodifica bloque por bloque.

25 Durante una etapa E40, una imagen I_j a descodificar se subdivide en bloques. Cada bloque se someterá a una operación de decodificación que consta de una serie de etapas que se detallan a continuación. Los bloques pueden ser del mismo tamaño o de diferentes tamaños.

30 Durante una etapa opcional E401, según una realización particular de la invención, se lee un parámetro de cuantificación QP del flujo de datos STR.

35 Durante una etapa E41, se selecciona un primer bloque o sub-bloque X_b a decodificar a partir de la imagen I_j como bloque actual según una dirección de recorrido de la imagen I_j que está predeterminada. Por ejemplo, puede tratarse del primer bloque en el orden lexicográfico de recorrido de la imagen.

40 Durante una etapa E42, se lee una información que indica un modo de codificación para el bloque actual del flujo de datos STR. Según la realización particular aquí descrita, esta información indica si el bloque actual está codificado según un primer modo de codificación M1 o según un segundo modo de codificación M2. Según la realización particular aquí descrita, el primer modo de codificación M1 corresponde a la codificación del bloque actual mediante predicción intra convencional, por ejemplo tal como se define según el estándar HEVC, y el segundo modo de codificación M2 corresponde a la codificación mediante la predicción In Loop Residual (ILR).

En otras realizaciones particulares, la información leída del flujo STR también puede indicar el uso de otros modos de codificación para codificar el bloque actual (no descritos aquí).

45 A continuación, se describe la etapa E43 de decodificar el bloque actual cuando el bloque actual está codificado según el primer modo de codificación M1.

50 Durante una etapa E430, se determina un paso de cuantificación δ_1 . Por ejemplo, el paso de cuantificación δ_1 se determina a partir del parámetro de cuantificación QP leído durante la etapa E401 o de una manera similar a lo que se hizo con el codificador. Por ejemplo, el paso de cuantificación δ_1 se puede calcular usando el parámetro de cuantificación QP leído durante la etapa E401. Por ejemplo, el parámetro de cuantificación QP puede ser el parámetro de cuantificación utilizado convencionalmente en los estándares AVC o HEVC. Así, en el estándar HEVC, el paso de cuantificación δ_1 está determinado por la ecuación $\delta_1 = \text{levelScale}[QP\%6] \ll (QP/6)$ en la que $\text{levelScale}[k] = \{40, 45, 51, 57, 64, 72\}$ para $k = 0..5$.

55 Durante una etapa E431, el modo de predicción usado para codificar el bloque actual se decodifica a partir de bloques vecinos. Para ello, al igual que se hizo con el codificador, se decodifica el modo de predicción intra elegido para el bloque actual, utilizando los modos de predicción intra asociados a bloques vecinos del bloque actual.

60 Según una variante del modo de realización particular de la invención aquí descrita, el modo de predicción intra asociado a un bloque es:

- el modo de predicción intra que se usó para predecir el bloque si el bloque estaba codificado mediante un modo de codificación de predicción intra convencional,

65

- el modo de predicción intra que estaba asociado con el bloque si el bloque estaba codificado mediante un modo de codificación distinto de una predicción intra convencional. Un ejemplo de tal asociación se describe a continuación con referencia a los pasos E449 y E450.

5 La construcción de las dos listas MPM y no MPM es estrictamente similar a lo que se hizo durante la codificación. Según el estándar HEVC, se decodifican elementos de sintaxis del siguiente tipo:

- un indicador binario que indica si el modo de predicción a codificar para el bloque actual está en la lista MPM o no,
- si el modo de predicción del bloque actual pertenece a la lista MPM, se codifica un índice en la lista MPM correspondiente al modo de predicción del bloque actual,
- si el modo de predicción del bloque actual no pertenece a la lista MPM, se codifica un índice en la lista no MPM correspondiente al modo de predicción del bloque actual,

Por lo tanto, el indicador binario y el índice del modo de predicción se leen para el bloque actual del flujo de datos STR, para decodificar el modo de predicción intra del bloque actual.

20 Durante una etapa E432, el decodificador construye un bloque predicho P para el bloque actual a partir del modo de predicción decodificado.

25 Durante una etapa E433, el decodificador decodifica los coeficientes del bloque cuantificado R_{TQ} del flujo de datos STR, por ejemplo usando la decodificación especificada en el estándar HEVC. Durante una etapa E434, el bloque R_{TQ} decodificado se descuantifica, por ejemplo usando una descuantización escalar del paso de cuantificación δ_1 . Esto produce el bloque de coeficientes descuantificados R_{TQD} .

30 Durante una etapa E435, se aplica una transformada de frecuencia inversa al bloque de coeficientes descuantificados R_{TQD} para producir el bloque de residuo de predicción decodificado R_{TQDI} . La transformada podría ser, por ejemplo, una transformada de tipo DCT inversa. Es posible elegir qué transformada utilizar de un conjunto predeterminado de transformaciones E_{TI} decodificando un indicador a partir del flujo de datos STR.

35 Durante una etapa E436, el bloque actual se reconstruye a partir del bloque predicho P obtenido en la etapa E432 y el bloque de residuos decodificado R_{TQDI} obtenido en la etapa E435, a fin de producir el bloque actual decodificado X_{rec} , por $X_{rec} = P + R_{TQDI}$.

Durante una etapa E437, el modo de predicción intra decodificado en la etapa E431 se asocia con el bloque actual.

40 A continuación, se describe la etapa E44 de decodificar el bloque actual cuando el bloque actual está codificado según el segundo modo de codificación M2.

45 Durante una etapa E440, se determina el predictor local PL usado para predecir los píxeles del bloque actual. En el caso de que sólo esté disponible un predictor, el predictor local se define, por ejemplo, de forma predeterminada a nivel del decodificador y no es necesario leer ningún elemento de sintaxis en el flujo STR para determinarlo.

En el caso en el que estén disponibles varios predictores locales, por ejemplo los predictores PL1-PL4 descritos anteriormente, se decodifica un elemento de sintaxis del flujo de datos STR para identificar qué predictor local se usó para predecir el bloque actual. Por tanto, el predictor local se determina a partir de este elemento de sintaxis decodificado.

50 Durante una etapa E441, se determina el paso de cuantificación δ_2 , de manera similar a lo que se hizo con el codificador.

55 Durante una etapa E442, el residuo cuantificado $R1_Q$ se decodifica del flujo de datos STR. Es posible utilizar cualquier enfoque conocido, tal como el método descrito en HEVC, para decodificar los coeficientes cuantificados del residuo de predicción convencional.

60 Durante una etapa E443, el bloque de residuos cuantificado $R1_Q$ se descuantifica usando el paso de cuantificación δ_2 , para producir el bloque de residuos descuantificado $R1_{QD}$.

Durante una etapa E444, cuando se obtiene el bloque de residuos descuantificado $R1_{QD}$, el bloque predicho P1 se construye usando el predictor local PL determinado durante la etapa E440.

Durante la etapa E444, cada píxel del bloque actual se predice y reconstruye de la siguiente manera:

- 5 • el píxel actual X del bloque actual es predicho por el predictor PL seleccionado, utilizando píxeles fuera del bloque y ya decodificados, o píxeles previamente reconstruidos del bloque actual, o ambos, para obtener un valor predicho $PRED$. En todos los casos, el predictor PL utiliza píxeles previamente decodificados;
 - el valor predicho decodificado $P1(X)$ del píxel actual se calcula sumando al valor predicho $PRED$, el valor descuantificado del residuo de predicción $R1_{OD}$, de modo que $P1(X) = PRED + R1_{OD}(X)$.
- 10 Estas etapas se implementan para todos los píxeles del bloque actual, en un orden de recorrido que garantiza que los píxeles utilizados para la predicción elegidos de $PL1, \dots, PL4$ están disponibles.
- Por ejemplo, el orden de recorrido es el orden lexicográfico (de izquierda a derecha, después líneas de arriba a abajo).
- 15 Según una realización particular de la invención, el bloque predicho $P1$ que comprende los valores predichos decodificados $P1(X)$ de cada píxel del bloque actual constituye aquí el bloque actual decodificado X_{rec} .
- Según otra realización particular de la invención, se considera aquí que se ha codificado un residuo de predicción adicional para el bloque actual. Por tanto, es necesario decodificar este residuo de predicción adicional para reconstruir la versión decodificada del bloque actual X_{rec} . Por ejemplo, este otro modo de realización particular puede estar activado o no por defecto a nivel del codificador y del decodificador. Alternativamente, se puede codificar un indicador en el flujo de datos con la información a nivel de bloque para indicar para cada bloque codificado según el modo de codificación ILR si se codifica un residuo de predicción adicional. O bien, se puede codificar un indicador en el flujo de datos con la imagen o información de nivel de secuencia de imágenes para indicar para todos los bloques de la imagen o de la secuencia de imágenes codificadas según el modo de codificación ILR si se codifica un residuo de predicción adicional. Cuando se codifica un residuo de predicción adicional para el bloque actual, durante una etapa E445, los coeficientes del residuo de predicción cuantificado $R2_{TQ}$ se decodifican a partir del flujo de datos STR, utilizando medios adaptados a los implementados en el codificador, por ejemplo los medios implementados en un decodificador HEVC.
- 20
- 25
- 30 Durante una etapa E446, el bloque de coeficientes cuantificados $R2_{TQ}$ se descuantifica, por ejemplo usando una descuantización escalar del paso de cuantificación δ_1 . Esto produce el bloque de coeficientes descuantificados $R2_{TQD}$.
- 35 Durante una etapa E447, se aplica una transformada de frecuencia inversa al bloque $R2_{TQD}$ para producir el bloque de residuos de predicción decodificado $R2_{TQDI}$.
- La transformada inversa podría ser, por ejemplo, una transformada de tipo DCT inversa.
- 40 Es posible elegir la transformada a utilizar de un conjunto predeterminado de transformadas E_{T2} y decodificar la información que señala la transformada a utilizar al decodificador. En este caso, el conjunto E_{T2} es diferente del conjunto E_T , para adaptarse a las estadísticas particulares del residuo $R2$.
- 45 Durante una etapa E448, el bloque actual se reconstruye añadiendo el bloque predicho $P1$ obtenido durante la etapa E444 al residuo de predicción decodificado $R2_{TQDI}$.
- 50 Cuando el bloque actual está codificado, se determina un modo de predicción convencional intra y se asocia con el bloque actual. Para ello, durante una etapa E449, se determina un modo de predicción intra para el bloque actual en la lista de modos de predicción intra disponibles en el modo de codificación intra convencional. Esta determinación se implementa de manera similar a lo que se implementó a nivel de codificador.
- 55 Durante una etapa E450, el modo de predicción intra determinado se asocia con el bloque actual.
- Durante una etapa E45, se comprueba si el bloque actual es el último bloque de la imagen a procesar por el método de decodificación, teniendo en cuenta el orden de recorrido definido previamente. En caso afirmativo, el procedimiento pasa a la decodificación (etapa E47) de la siguiente imagen del vídeo, si corresponde. De lo contrario, durante una etapa E46, el siguiente bloque de la imagen a procesar se selecciona de acuerdo con el recorrido de la imagen definida previamente y el procedimiento de decodificación pasa a la etapa E42, en la que el bloque seleccionado se convierte en el bloque actual a tratar.
- 60 La figura 5 ilustra un ejemplo de una señal STR que comprende datos codificados representativos de al menos un bloque de una imagen según una realización particular de la invención. Por ejemplo, la señal STR puede comprender un parámetro de cuantificación QP que permite determinar el paso de cuantificación δ_1 y el paso de cuantificación δ_2 descritos anteriormente. Este parámetro de cuantificación QP puede codificarse a nivel de bloque, o a nivel de imagen o secuencia de imágenes en el caso de codificar un vídeo.
- 65

5 La señal STR incluye un indicador codificado TY que indica, para un bloque de una imagen, un modo de codificación para este bloque. Cuando el indicador TY indica que el bloque está codificado según el segundo modo de codificación, aquí el modo ILR, la señal comprende entonces valores codificados de residuos de predicción cuantificados $R1_Q$ y posiblemente valores codificados de residuos de predicción transformados cuantificados $R2T_Q$. Cuando son posibles varios predictores locales para el bloque actual, la señal también incluye un indicador de predictor local codificado PL.

10 Cuando el indicador TY indica que el bloque está codificado según el primer modo de codificación, aquí el modo de predicción intra convencional, la señal comprende entonces valores codificados de residuos de predicción transformados cuantificados RT_Q , un indicador binario i_{MPM} que indica si el modo de predicción a Se codificará para que el bloque actual esté en la lista MPM o no, y un índice id_{XMPM} indica el índice del modo de predicción del bloque actual en la lista correspondiente.

15 La figura 6 presenta la estructura simplificada de un dispositivo de codificación COD adaptado para implementar el procedimiento de codificación según una cualquiera de las realizaciones particulares de la invención.

20 Según una realización particular de la invención, las etapas del método de codificación se implementan mediante instrucciones de un programa informático. Para ello, el dispositivo de codificación COD tiene la arquitectura clásica de un ordenador y comprende en particular una memoria MEM, una unidad de procesamiento UT, equipada por ejemplo con un procesador PROC, y controlada por el programa informático PG almacenado en la memoria MEM. El programa informático PG comprende instrucciones para implementar las etapas del procedimiento de codificación tal como se describe anteriormente, cuando el programa es ejecutado por el procesador PROC.

25 En la inicialización, las instrucciones de código del programa informático PG se cargan, por ejemplo, en una memoria RAM (no representada) antes de ser ejecutadas por el procesador PROC. El procesador PROC de la unidad de procesamiento UT implementa en particular las etapas del método de codificación descrito anteriormente, según las instrucciones del programa informático PG.

30 La figura 7 presenta la estructura simplificada de un dispositivo de decodificación DEC adaptado para implementar el procedimiento de decodificación según una cualquiera de las realizaciones particulares de la invención.

35 Según una realización particular de la invención, el dispositivo de decodificación DEC tiene la arquitectura clásica de un ordenador y comprende en particular una memoria MEM0, una unidad de procesamiento UT0, equipada por ejemplo con un procesador PROC0, y controlada por el programa informático PG0 almacenado en la memoria MEM0. El programa informático PG0 comprende instrucciones para implementar las etapas del procedimiento de codificación tal como se describe anteriormente, cuando el programa es ejecutado por el procesador PROC0.

40 En la inicialización, las instrucciones de código del programa informático PG0 se cargan, por ejemplo, en una memoria RAM (no representada) antes de ser ejecutadas por el procesador PROC0. El procesador PROC0 de la unidad de procesamiento UT0 implementa en particular las etapas del método de decodificación descrito anteriormente, según las instrucciones del programa informático PG0.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para decodificar un flujo de datos codificados representativos de al menos una imagen, estando dicha imagen dividida en bloques, caracterizado por que el método de decodificación comprende las siguientes etapas, para al menos un bloque de la imagen, denominado bloque actual:
- 5 - determinar (E42) si el bloque actual está codificado según un modo de codificación intra u otro modo de codificación, siendo el modo de codificación intra un modo de codificación que utiliza un modo de predicción intra seleccionado de un grupo de modos de predicción intra, en función de al menos un modo de predicción intra asociado con un bloque vecino al bloque actual,
 - 10 - cuando el bloque actual está codificado según dicho modo de codificación intra:
 - determinar (E431), para el bloque actual, un modo de predicción intra en dicho grupo de modos de predicción intra, en función de al menos un modo de predicción intra asociado a un bloque de la imagen previamente decodificado,
 - decodificar (E43) dicho bloque actual en función de dicho modo de predicción intra determinado,
 - asociar (E437) a dicho bloque actual dicho modo de predicción intra determinado,
 - 15 - cuando el bloque actual está codificado según dicho otro modo de codificación:
 - decodificar (E44) dicho bloque actual según dicho otro modo de codificación,
 - determinar (E449), para el bloque actual, un modo de predicción intra, en dicho grupo de modos de predicción intra,
 - asociar (E450) a dicho bloque actual dicho modo de predicción intra determinado, y
 durante la decodificación de un bloque que sigue al bloque actual:
 - 20 - usar dicho modo de predicción intra previamente asociado con el bloque actual para la predicción de un modo de predicción intra del siguiente bloque si dicho siguiente bloque está codificado según un modo de codificación intra o para la determinación de un modo de predicción intra a asociar a dicho siguiente bloque si dicho siguiente bloque está codificado según un modo de codificación distinto del modo de codificación intra.
2. Procedimiento para codificar un flujo de datos codificados representativos de al menos una imagen, estando dicha imagen dividida en bloques, caracterizado por que el método de codificación comprende las siguientes etapas, para al menos un bloque de la imagen, denominado bloque actual:
- 25 - determinar (E20) si el bloque actual está codificado según un modo de codificación intra u otro modo de codificación, siendo el modo de codificación intra un modo de codificación que utiliza un modo de predicción intra seleccionado de un grupo de modos de predicción intra, en función de al menos un modo de predicción intra asociado con un bloque vecino al bloque actual,
 - 30 - cuando el bloque actual está codificado según dicho modo de codificación intra:
 - determinar (E211), para el bloque actual, un modo de predicción intra en dicho grupo de modos de predicción intra, en función de al menos un modo de predicción intra asociado a un bloque de la imagen previamente decodificado,
 - 35 - codificar (E21) dicho bloque actual en función de dicho modo de predicción intra determinado,
 - asociar (E217) a dicho bloque actual dicho modo de predicción intra determinado,
 - 40 - cuando el bloque actual está codificado según dicho otro modo de codificación:
 - codificar (E22) dicho bloque actual según dicho otro modo de codificación,
 - determinar (E228), para el bloque actual, un modo de predicción intra, en dicho grupo de modos de predicción intra,
 - 40 - asociar (E229) a dicho bloque actual dicho modo de predicción intra determinado, y
 durante la codificación de un bloque que sigue al bloque actual:
 - 45 - usar dicho modo de predicción intra previamente asociado con el bloque actual para la predicción de un modo de predicción intra del siguiente bloque si dicho siguiente bloque está codificado según un modo de codificación intra o para la determinación de un modo de predicción intra a asociar a dicho siguiente bloque si dicho siguiente bloque está codificado según un modo de codificación distinto del modo de codificación intra.
3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 o 2,
- 50 - en el que la determinación de un modo de predicción intra en un grupo de modos de predicción intra, en función de al menos un modo de predicción intra asociado a un bloque de la imagen previamente decodificado, comprende la construcción de una lista que comprende un subconjunto de modos de predicción intra seleccionados de dicho grupo de modos de predicción intra en función de dicho al menos un modo de predicción intra asociado con un bloque previamente decodificado de la imagen, y
 - 55 - en el que, cuando el bloque actual se codifica según dicho otro modo de codificación, la determinación de un modo de predicción intra en dicho grupo de modos de predicción intra comprende la construcción de al menos parte de dicha lista para el bloque actual, y el modo de predicción intra predeterminado corresponde al primer modo de predicción intra de al menos parte de dicha lista.
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que cuando el bloque actual se codifica según dicho otro modo de codificación, el modo de predicción intra determinado corresponde a un modo de predicción predeterminado.
- 60
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que, cuando el bloque actual se codifica según dicho otro modo de codificación, el modo de predicción intra determinado para el bloque actual corresponde a un modo de predicción intra seleccionado en al menos un subconjunto del grupo de modos de predicción intra que proporciona un bloque predicho para el bloque actual para el cual una distorsión calculada entre dicho bloque predicho y el bloque actual decodificado es mínima.
- 65

- 5 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que cuando el bloque actual se codifica según dicho otro modo de codificación, la decodificación de dicho bloque actual comprende una predicción de dicho bloque actual proporcionando un primer bloque actual predicho, el modo de predicción intra determinado para el bloque actual corresponde a un modo de predicción intra seleccionado de al menos un subconjunto del grupo de modos de predicción intra que proporciona un segundo bloque predicho para el bloque actual para el cual se calcula una distorsión entre dicho segundo bloque predicho y dicho primer bloque actual es mínimo.
- 10 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que:
 - la predicción de dicho bloque actual proporcionando un primer bloque actual predicho comprende, para cada píxel del bloque actual, obtener una predicción de dicho píxel a partir de otro píxel previamente decodificado, perteneciendo dicho otro píxel previamente decodificado a dicho bloque actual o a un bloque previamente decodificado de la imagen, y
 - cuando dicho otro píxel previamente decodificado pertenece a dicho bloque actual, dicho otro píxel previamente decodificado se obtiene mediante:
 - decodificar un residuo de predicción asociado con dicho otro píxel,
 - reconstruir dicho otro píxel añadiendo una predicción de dicho otro píxel al residuo decodificado.
- 15 8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que:
 - cuando el bloque actual se codifica según dicho otro modo de codificación, comprendiendo la decodificación de dicho bloque actual:
 - determinar una función de predicción local para el bloque actual en un grupo de funciones de predicción local predeterminadas,
 - predecir dicho bloque actual que comprende, para cada píxel del bloque actual:
 - obtener una predicción de dicho píxel según dicha función de predicción local utilizando al menos un píxel previamente decodificado vecino de dicho píxel, perteneciendo dicho píxel previamente decodificado a dicho bloque actual o a un bloque previamente decodificado de la imagen,
 - el modo de predicción intra determinado para el bloque actual corresponde a un modo de predicción intra seleccionado del grupo de modos de predicción intra según la función de predicción local.
- 20 9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que el modo de predicción intra para el bloque actual se determina a partir de una tabla de correspondencia que asocia un modo de predicción intra con una función de predicción local del grupo de funciones de predicción local predeterminadas.
- 25 10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que, para un bloque vecino al bloque actual, situado después del bloque actual según un orden de recorrido de los bloques de la imagen para la codificación o la decodificación, estando el bloque vecino codificado según a dicho modo de codificación intra, el procedimiento comprende:
 - determinar, para el bloque vecino, un modo de predicción intra en un grupo de modos de predicción intra, en función de al menos el modo de predicción intra asociado al bloque actual,
 - decodificar o codificar dicho bloque vecino según dicho modo de predicción intra determinado,
 - asociar con dicho bloque vecino dicho modo de predicción intra determinado.
- 30 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que, para un bloque vecino al bloque actual, situado después del bloque actual según un orden de recorrido de los bloques de la imagen para la codificación o la decodificación, estando el bloque vecino codificado según dicho otro modo de codificación, el procedimiento comprende:
 - decodificar o codificar dicho bloque vecino según dicho otro modo de codificación,
 - determinar, para el bloque vecino, un modo de predicción intra en dicho grupo de modos de predicción intra, en función del modo de predicción intra asociado al bloque actual,
 - asociar con dicho bloque vecino dicho modo de predicción intra determinado.
- 35 12. Dispositivo para decodificar un flujo de datos codificados representativos de al menos una imagen, estando dicha imagen dividida en bloques, caracterizado por que el dispositivo de decodificación comprende un procesador configurado para, para al menos un bloque de la imagen, denominado bloque actual:
 - determinar si el bloque actual está codificado según un modo de codificación intra u otro modo de codificación, siendo el modo de codificación intra un modo de codificación que utiliza un modo de predicción intra seleccionado de un grupo de modos de predicción intra, en función de al menos un modo de predicción intra asociado con un bloque vecino al bloque actual,
 - cuando el bloque actual está codificado según dicho modo de codificación intra:
 - determinar, para el bloque actual, un modo de predicción intra en dicho grupo de modos de predicción intra, en función de al menos un modo de predicción intra asociado a un bloque de la imagen previamente decodificado,
 - decodificar dicho bloque actual en función de dicho modo de predicción intra determinado,
 - asociar dicho bloque actual con dicho modo de predicción intra determinado,
 - cuando el bloque actual está codificado según dicho otro modo de codificación:
 - decodificar dicho bloque actual según dicho otro modo de codificación,
- 40 45 50 55 60 65

- determinar, para el bloque actual, un modo de predicción intra en dicho grupo de modos de predicción intra,
 - asociar a dicho bloque actual dicho modo de predicción intra determinado, y, durante la decodificación de un bloque que sigue al bloque actual:
- 5 - usar dicho modo de predicción intra previamente asociado con el bloque actual para predecir un modo de predicción intra del siguiente bloque si dicho siguiente bloque está codificado según un modo de codificación intra o para determinar un modo de predicción intra a asociar a dicho siguiente bloque si dicho siguiente bloque está codificado según un modo de codificación distinto del modo de codificación intra.
- 10 13. Dispositivo para codificar un flujo de datos codificados representativos de al menos una imagen, estando dicha imagen dividida en bloques, caracterizado por que el dispositivo de codificación comprende un procesador configurado para, para al menos un bloque de la imagen, denominado bloque actual:
- determinar si el bloque actual está codificado según un modo de codificación intra u otro modo de codificación, siendo el modo de codificación intra un modo de codificación que utiliza un modo de predicción intra seleccionado de un grupo de modos de predicción intra, en función de al menos un modo de predicción intra asociado con un bloque vecino al
- 15 bloque actual,
- cuando el bloque actual está codificado según dicho modo de codificación intra:
 - determinar, para el bloque actual, un modo de predicción intra en dicho grupo de modos de predicción intra, en función de al menos un modo de predicción intra asociado a un bloque de la imagen previamente decodificado,
- 20 - codificar dicho bloque actual en función de dicho modo de predicción intra determinado,
- asociar dicho bloque actual con dicho modo de predicción intra determinado,
 - cuando el bloque actual está codificado según dicho otro modo de codificación:
- 25 - codificar dicho bloque actual según dicho otro modo de codificación,
- determinar, para el bloque actual, un modo de predicción intra en dicho grupo de modos de predicción intra,
 - asociar dicho bloque actual con dicho modo de predicción intra determinado, y
- 30 durante la codificación de un bloque que sigue al bloque actual:
- usar dicho modo de predicción intra previamente asociado con el bloque actual para predecir un modo de predicción intra del siguiente bloque si dicho siguiente bloque está codificado según un modo de codificación intra o para determinar un modo de predicción intra a asociar a dicho siguiente bloque si dicho siguiente bloque está codificado según un modo de codificación distinto del modo de codificación intra.
- 35 14. Programa informático que comprende instrucciones para implementar el procedimiento de decodificación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 3 a 11, o del procedimiento de codificación según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 11, cuando dicho programa es ejecutado por un procesador.
- 35 15. Medio de grabación legible por un ordenador y que comprende instrucciones de programa informático para implementar el procedimiento de decodificación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 3 a 11 o el procedimiento de codificación según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 11, cuando dicho programa es ejecutado por un procesador.

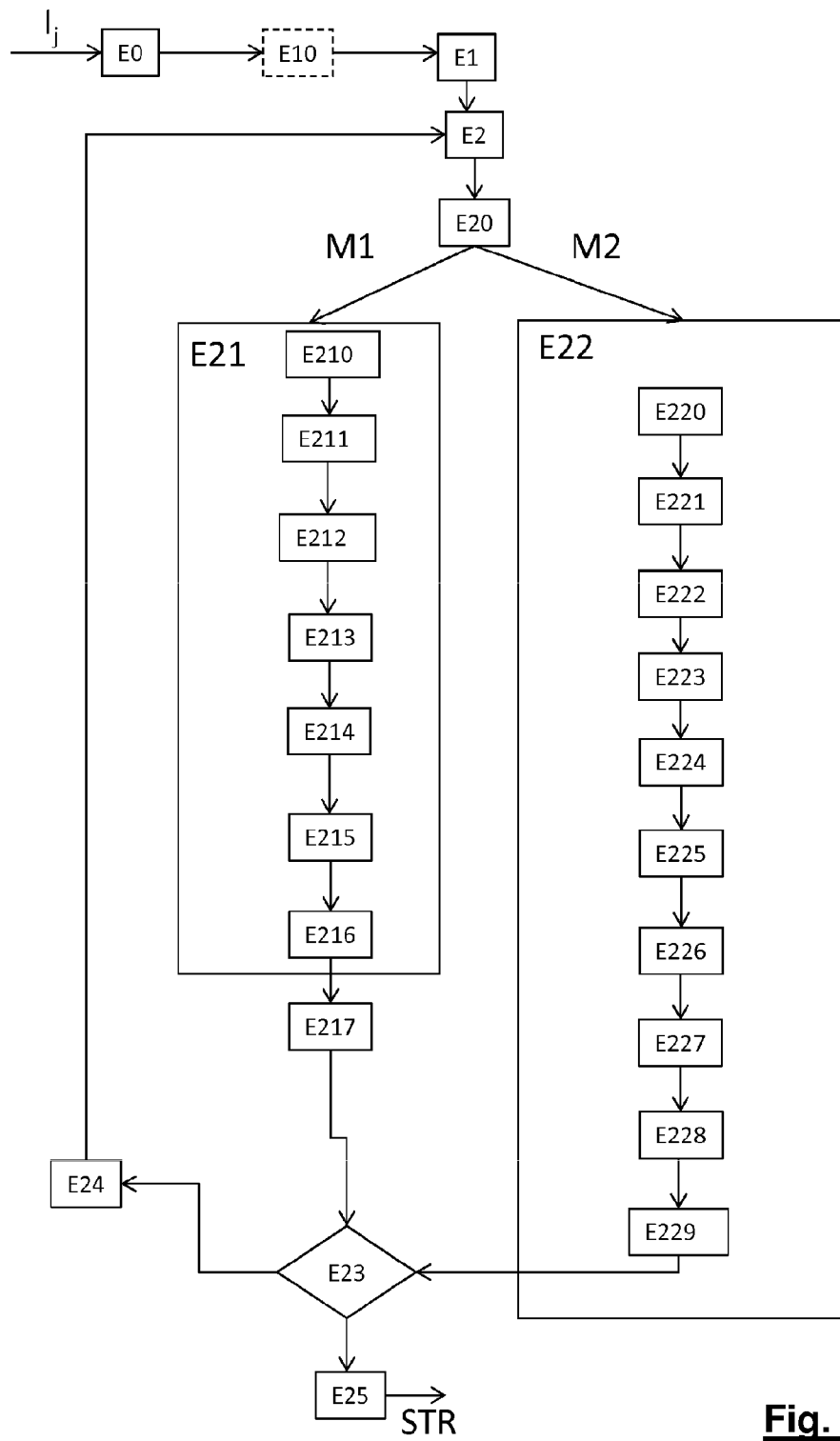


Fig. 1

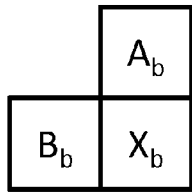


Fig. 2

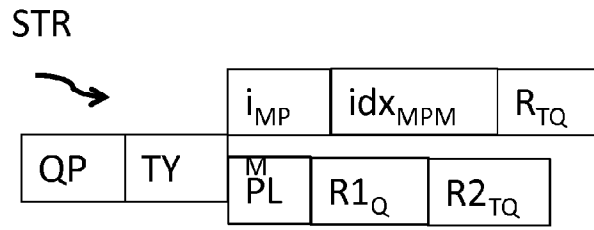


Fig. 5

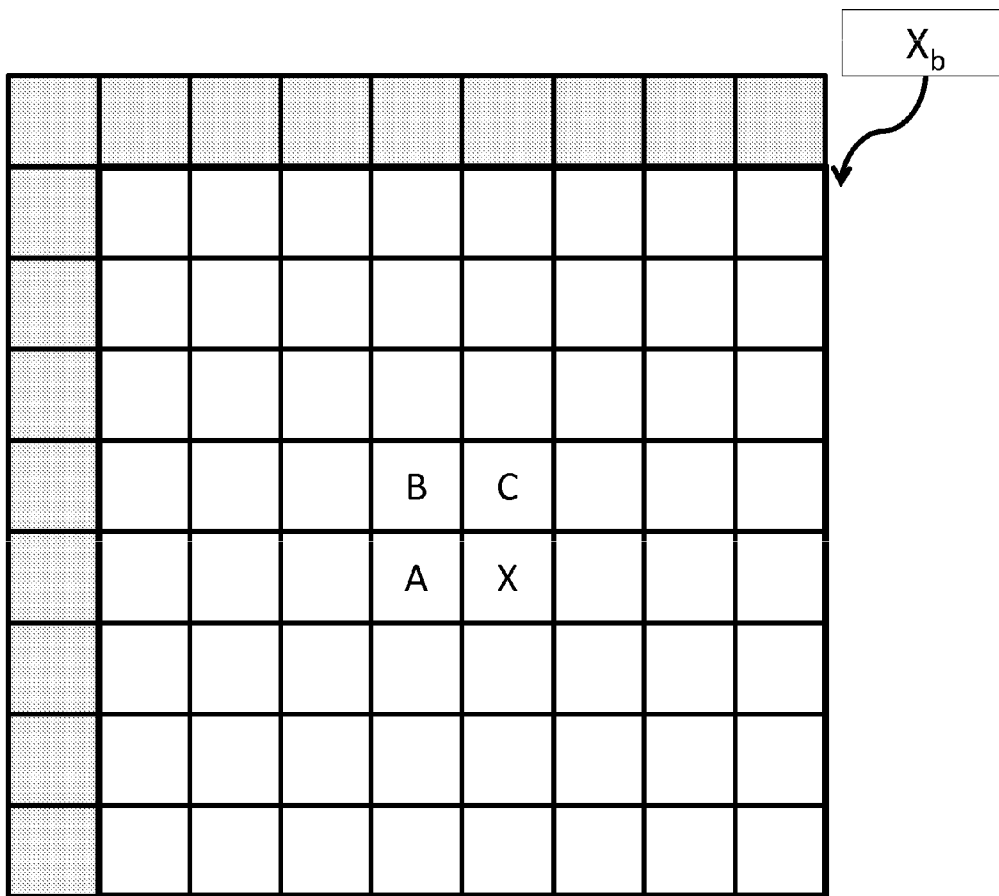
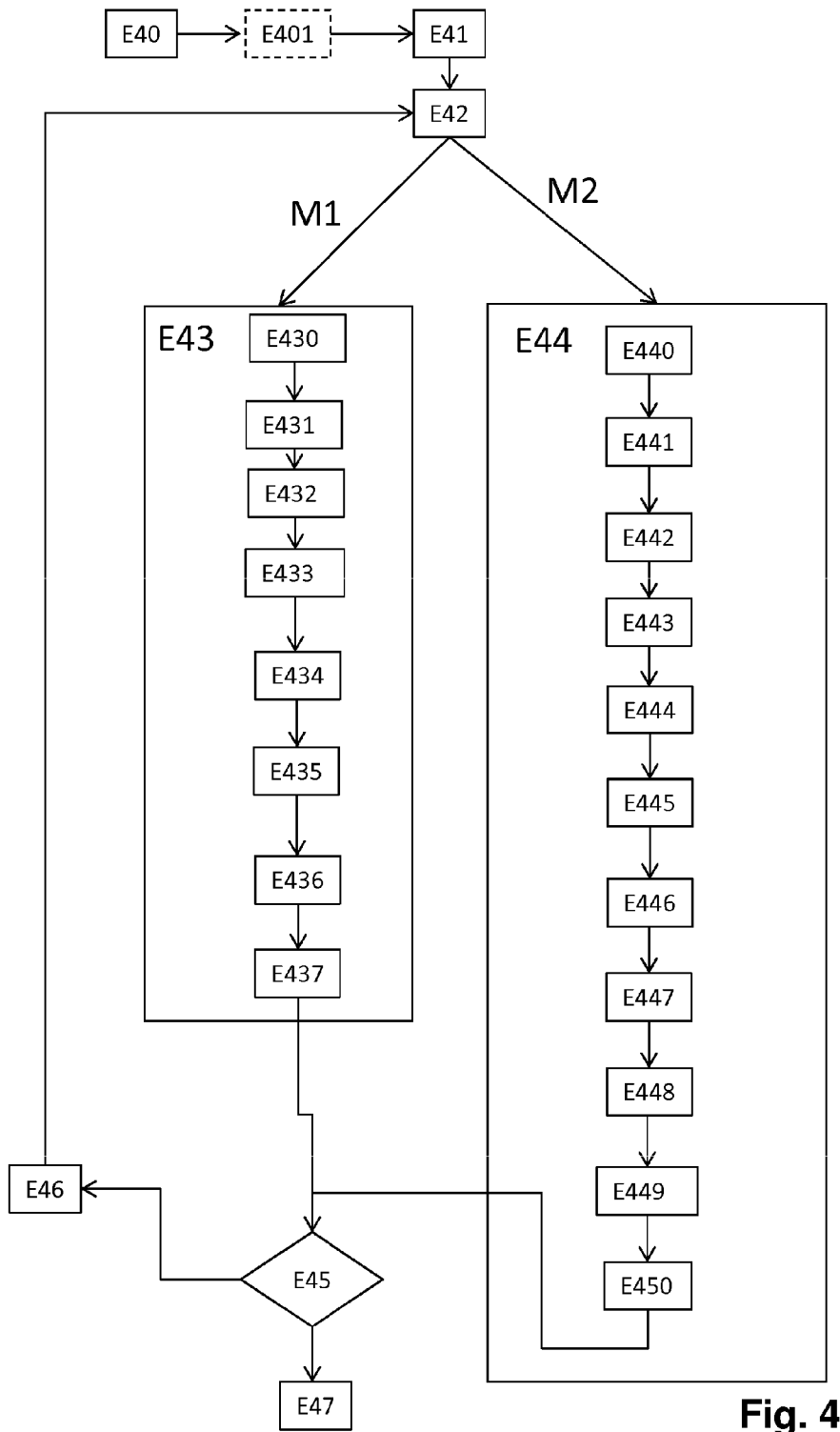


Fig. 3



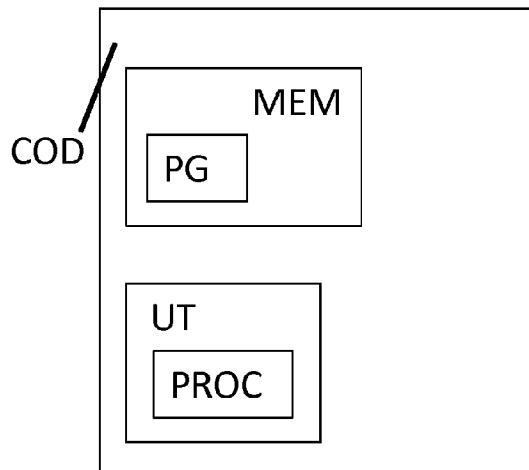


Fig. 6

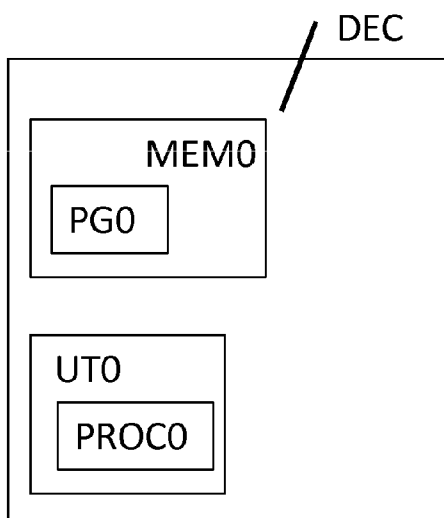


Fig. 7