(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 859 520**

(51) Int. CI.:

H04N 19/573 (2014.01)
H04N 19/105 (2014.01)
H04N 19/172 (2014.01)
H04N 19/137 (2014.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2013 PCT/FR2013/052117**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14049224**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2013 E 13789595 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2020 EP 2901698**

(54) Título: **Procedimiento de codificación y decodificación de imágenes, dispositivo de codificación y decodificación y programas de ordenador correspondientes**

(30) Prioridad:

27.09.2012 FR 1259110

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.10.2021

(73) Titular/es:

ORANGE (100.0%)
111, quai du Président Roosevelt
92130 Issy-les-Moulineaux, FR

(72) Inventor/es:

HENRY, FÉLIX

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

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

Procedimiento de codificación y decodificación de imágenes, dispositivo de codificación y decodificación y programas de ordenador correspondientes

Campo de la invención

La presente invención está relacionada, de manera general, con el campo del tratamiento de imágenes y, más precisamente, con la codificación y con la decodificación de imágenes digitales y de secuencias de imágenes digitales.

La invención se puede aplicar, de este modo, en concreto, a la codificación de vídeo implementada en los codificadores de vídeo actuales (MPEG, H.264, etc.) o por venir ITU-T/VCEG (HEVC) o ISO/MPEG (HVC).

Antecedentes de la invención

El estándar HEVC, tal como se describe en el documento "Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) de ITU-T SG16 WP3 e ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 10ª Reunión: Estocolmo, SE, 11-20 de julio, de 2012" es similar al estándar anterior H.264, en el sentido de que puede utilizar una representación por bloques de la secuencia de vídeo.

Como en el estándar H.264, el estándar HEVC citado anteriormente implementa una predicción de píxeles de una imagen actual con respecto a otros píxeles pertenecientes ya sea a la misma imagen (predicción intra), ya sea a una o varias imágenes anteriores de la secuencia (predicción inter) que ya han sido decodificadas. Unas imágenes anteriores de este tipo se llaman convencionalmente imágenes de referencia y se conservan en memoria tanto en el codificador como en el decodificador. La predicción Inter se llama comúnmente predicción con compensación de movimiento.

Para ello, las imágenes se recortan en macrobloques, que, a continuación, se subdividen en bloques, constituidos por píxeles. Cada bloque o macrobloque se codifica por predicción intra o inter imágenes.

Convencionalmente, la codificación de un bloque actual se realiza con la ayuda de una predicción del bloque actual, que suministra un bloque predicho y de un residuo de predicción, correspondiente a una diferencia entre el bloque actual y el bloque predicho. Este residuo de predicción, también llamado bloque residual, se transmite al decodificador, que reconstruye el bloque actual añadiendo este bloque residual a la predicción.

La predicción del bloque actual se establece con la ayuda de información ya reconstruida. En el caso de la predicción Inter, una información de este tipo consiste, en concreto, en al menos un bloque de predicción, es decir, un bloque de una imagen de referencia que se ha codificado previamente, luego, decodificado. Un bloque de predicción de este tipo se especifica por:

- la imagen de referencia a la que pertenece,
- el vector de desplazamiento que describe el movimiento entre el bloque actual y el bloque de predicción.

El bloque residual obtenido se transforma, entonces, por ejemplo, utilizando una transformada de tipo DCT (Transformada de Coseno Discreta). Entonces, se cuantifican los coeficientes del bloque residual transformado, luego, se codifican por una codificación entrópica.

La decodificación se hace imagen por imagen y para cada imagen, bloque por bloque o macrobloque por macrobloque. Para cada (macro)bloque, se leen los elementos correspondientes del flujo. Se efectúan la cuantificación inversa y la transformación inversa de los coeficientes del(de los) bloque(s) residual(es) asociado(s) al (macro)bloque. Luego, se calcula la predicción del (macro)bloque y se reconstruye el (macro)bloque añadiendo la predicción al(a los) bloque(s) residual(es) decodificado(s).

Según esta técnica de compresión, por lo tanto, se transmiten unos bloques residuales transformados, cuantificados, luego, codificados, al decodificador, para permitirle reconstruir la o las imagen(imágenes) decodificadas.

Durante la predicción Inter, puede suceder que las imágenes de referencia utilizadas para codificar o decodificar la imagen actual no sean muy semejantes, en términos de textura y de plasmación del movimiento, a la imagen actual. La precisión de la predicción Inter de la imagen actual es, entonces, de mala calidad, lo que perjudica el rendimiento de codificación en Inter de la imagen actual.

El documento de los Estados Unidos US2010/246680 A1 describe un codificador de vídeo que comprende un predictor de imágenes de referencia. Según un modo de realización, el predictor utiliza un análisis de flujo óptico entre unas imágenes anteriormente decodificadas y la anterior imagen actual decodificada. Los parámetros de movimiento determinados se aplican, a continuación, a la anterior imagen actual decodificada para determinar unas nuevas imágenes de referencia.

Sin embargo, este predictor se puede mejorar para que las nuevas las imágenes de referencia se asemejen más a la imagen actual.

Objeto y sumario de la invención

Una de las finalidades de la invención es solucionar unos inconvenientes del estado de la técnica citado anteriormente.

Para tal efecto, un objeto de la presente invención se refiere a un procedimiento de codificación y de decodificación de al menos una imagen actual.

Un modo de realización, denominado alternativo, se detalla con el apoyo de la reivindicación independiente 1 y de sus dependientes para el procedimiento de codificación, de la reivindicación independiente 7 y de sus dependientes para la decodificación.

Se proporcionan otros modos de realización a título de ejemplo.

Un procedimiento de codificación de ese tipo es destacable por que comprende las etapas de:

- determinación de al menos un parámetro de una función paramétrica predeterminada, siendo dicha función capaz de transformar las imágenes de un primer subconjunto de un conjunto de imágenes de referencia previamente decodificadas en una aproximación de las imágenes de un segundo subconjunto de imágenes de dicho conjunto de imágenes de referencia,
- aplicación de dicha función según el parámetro determinado a un tercer subconjunto de dicho conjunto de imágenes de referencia, siendo dicho tercer subconjunto diferente de dicho primer subconjunto, para obtener otro conjunto de imágenes de referencia previamente decodificadas,
- codificación de la imagen actual a partir de dicho conjunto de imágenes de referencia obtenido,

donde, para al menos una imagen a codificar:

- dichos primer y segundo subconjuntos comprenden respectivamente dos imágenes de referencia,
- dicho tercer subconjunto comprende las dos imágenes de referencia que son temporalmente las más cercanas a la imagen actual,
- y dicho otro conjunto de imágenes de referencia obtenido comprende dos imágenes de referencia.

Una disposición de este tipo tiene como ventaja codificar la imagen actual a partir de imágenes de referencia que sean más semejantes a la imagen actual que las imágenes de referencia disponibles en la codificación y utilizadas convencionalmente para la codificación de la imagen actual. De este modo, esto da como resultado una mejor precisión de la predicción de movimiento de la imagen actual y, por lo tanto, una codificación en Inter de esta última mucho más fina.

La utilización de imágenes de referencia que son temporalmente las más cercanas a la imagen actual permite aplicar la función paramétrica a unas imágenes de referencia que tienen la probabilidad más elevada de ser las más semejantes posible a la imagen actual, en términos de textura y de movimiento. Esto da como resultado una optimización de la precisión de la predicción de la imagen actual y un mejor rendimiento de compresión de esta última.

La invención se refiere, igualmente, a un dispositivo de codificación de al menos una imagen actual destinado a implementar el procedimiento de codificación citado anteriormente.

La invención se refiere, igualmente, a un dispositivo de decodificación de al menos una imagen actual destinado a implementar el procedimiento de decodificación citado anteriormente.

La invención se refiere también a un programa de ordenador que incluye unas instrucciones para implementar el procedimiento de codificación o el procedimiento de decodificación según la invención, cuando se ejecuta en un ordenador.

Este programa puede utilizar no importa qué lenguaje de programación y estar en la forma de código fuente, código objeto o de código intermedio entre código fuente y código objeto, tal como en una forma parcialmente compilada o en no importa qué otra forma deseable.

La invención se dirige, igualmente, a un soporte de registro legible por un ordenador en el que está registrado un programa de ordenador, incluyendo este programa unas instrucciones adaptadas para la implementación del procedimiento de codificación o de decodificación según la invención, tales como se han descrito más arriba.

El soporte de registro puede ser no importa qué entidad o dispositivo idóneo para almacenar el programa. Por ejemplo, el soporte puede incluir un medio de almacenamiento, tal como una ROM, por ejemplo, un CD-ROM o una ROM de circuito microelectrónico o también un medio de registro magnético, por ejemplo, una llave USB o un disco duro.

Por otra parte, el soporte de registro puede ser un soporte transmisible, tal como una señal eléctrica u óptica, que puede encaminarse mediante un cable eléctrico u óptico, por radio o por otros medios. El programa según la invención puede descargarse, en particular, de una red de tipo Internet.

Como alternativa, el soporte de registro puede ser un circuito integrado en el que se incorpora el programa, estando el circuito adaptado para ejecutar o para ser utilizado en la ejecución del procedimiento de codificación o de decodificación citado anteriormente.

El dispositivo de codificación y el programa de ordenador correspondiente citados anteriormente presentan al menos las mismas ventajas que las conferidas por el procedimiento de codificación según la presente invención.

El dispositivo de decodificación, el programa de ordenador y el soporte de registro correspondientes citados anteriormente presentan al menos las mismas ventajas que las conferidas por el procedimiento de decodificación según la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

Surgirán otras características y ventajas con la lectura de modos de realización preferidos descritos con referencia a las figuras en las que:

- la figura 1 representa unas etapas del procedimiento de codificación según la invención,
- la figura 2 representa un modo de realización de un dispositivo de codificación según la invención,
- la figura 3A representa un ejemplo de determinación de al menos un parámetro p' de una función predeterminada Fp capaz de transformar un primer subconjunto de un conjunto de imágenes de referencia en una aproximación de un segundo subconjunto de dicho conjunto de imágenes de referencia,
- la figura 3B representa un ejemplo de aplicación de la función predeterminada F_P según el parámetro p' a un tercer subconjunto de dicho conjunto de imágenes de referencia,
- la figura 4 representa unas subetapas de codificación implementadas en el procedimiento de codificación de la figura 1,
- la figura 5 representa un modo de realización de un módulo de codificación capaz de implementar las subetapas de codificación representadas en la figura 4,
- la figura 6 representa unas etapas del procedimiento de decodificación según la invención,
- la figura 7 representa un modo de realización de un dispositivo de decodificación según la invención,
- la figura 8 representa unas subetapas de decodificación implementadas en el procedimiento de decodificación de la figura 6,
- la figura 9 representa un modo de realización de un módulo de decodificación capaz de implementar las subetapas de decodificación representadas en la figura 8.

Descripción detallada del procedimiento de codificación de la invención

En este momento, se va a describir un modo de realización de la invención, en el que se utiliza el procedimiento de codificación según la invención para codificar una imagen o una secuencia de imágenes según un flujo binario cercano al que se obtiene por una codificación conforme, por ejemplo, al estándar en transcurso de elaboración HEVC.

En este modo de realización, el procedimiento de codificación según la invención se pone en funcionamiento, por ejemplo, de manera de software o de hardware por modificaciones de un codificador inicialmente conforme al estándar HEVC. El procedimiento de codificación según la invención se representa en la forma de un algoritmo que incluye unas etapas C1 a C8, tales como se representan en la figura 1.

Según el modo de realización de la invención, el procedimiento de codificación según la invención se pone en funcionamiento en un dispositivo de codificación CO representado en la figura 2.

Como se ilustra en la figura 2, un dispositivo de codificación de ese tipo comprende una memoria MEM_CO que comprende una memoria tampón MT_CO, una unidad de tratamiento UT_CO equipada, por ejemplo, con un microprocesador μP y pilotada por un programa de ordenador PG_CO que implementa el procedimiento de codificación según la invención. En la inicialización, las instrucciones de código del programa de ordenador PG_CO se cargan, por ejemplo, en una memoria RAM antes de ejecutarse por el procesador de la unidad de tratamiento UT_CO.

El procedimiento de codificación representado en la figura 1 se aplica a cualquier imagen actual de una secuencia de imágenes SI a codificar.

Para tal efecto, una imagen actual I_n se considera en la secuencia de imágenes SI. En este punto, un conjunto S_n de imágenes de referencia R_{n-1}, R_{n-2},.... R_{n-M} está disponible en la memoria tampón MT_CO del codificador CO, como se representa en la figura 2. M es una variable entera que representa el número de imágenes de referencia disponibles.

En efecto, por el hecho de que los recursos de la memoria tampón MT_CO son limitados, generalmente, no es la totalidad de las imágenes de referencia del conjunto S_n las que están disponibles, sino las M imágenes de referencia últimamente codificadas, luego, decodificadas. En el ejemplo representado, M=8.

La figura 3A ilustra la sucesión de dichas M imágenes de referencia con respecto a la imagen actual I_n a codificar, donde R_{n-8} es la imagen de referencia más alejada temporalmente de la imagen actual I_n y donde R_{n-1} es la imagen de referencia más cercana temporalmente a la imagen actual.

De forma conocida como tal, unas imágenes de referencia de este tipo son unas imágenes de la secuencia SI que han sido codificadas previamente, luego, decodificadas. En el caso de la codificación en Inter según el estándar HEVC, la imagen actual I_n se codifica a partir de una o de varias de dichas imágenes de referencia.

De conformidad con la invención, cuando una imagen actual está codificada en Inter, una o varias de dichas imágenes de referencia van a ser transformadas previamente a la codificación en Inter de la imagen actual, con la finalidad de obtener respectivamente una o varias imágenes de referencia transformadas que sean lo más semejantes posible a la imagen actual en términos de textura y de movimiento.

Con referencia a la figura 1, se procede, en el transcurso de una etapa C1, a la determinación de un primer subconjunto SS de imágenes de referencia, así como de un segundo subconjunto SC de imágenes de referencia.

Según un modo de realización preferido, los primer y segundo subconjuntos contienen respectivamente una imagen de referencia.

Según un modo alternativo de realización, los primer y segundo subconjuntos contienen respectivamente dos imágenes de referencia.

Por supuesto, el número de imágenes de referencia determinado en cada uno de los primer y segundo subconjuntos es específico para cada imagen actual a codificar y puede ser diferente.

Con referencia a la figura 2, dicha etapa de determinación C1 se implementa por un módulo de cálculo CÁL1_CO del codificador CO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_CO.

Con referencia a la figura 1, se procede, en el transcurso de una etapa C2, a la selección de al menos una imagen de referencia en el primer subconjunto SS de imágenes de referencia determinado en la etapa C1.

Según un modo de realización preferido y como se representa en la figura 3A, la imagen de referencia R_{n-2} está seleccionada.

Según un modo alternativo de realización, las imágenes de referencia R_{n-3} y R_{n-4} están seleccionadas.

Con referencia a la figura 2, dicha etapa de selección C2 se implementa por un módulo de cálculo CÁL2_CO del codificador CO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_CO.

Con referencia a la figura 1, se procede, en el transcurso de una etapa C3, a la selección de al menos una imagen de referencia en el segundo subconjunto SC de imágenes de referencia determinado en la etapa C1.

Según un modo de realización preferido y como se representa en la figura 3A, la imagen de referencia R_{n-1} está seleccionada.

Según un modo alternativo de realización, las imágenes de referencia R_{n-2} y R_{n-1} están seleccionadas.

Con referencia a la figura 2, dicha etapa de selección C3 se implementa por un módulo de cálculo CÁL3_CO del codificador CO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_CO.

Con referencia a la figura 1, se procede, en el transcurso de una etapa C4, a la determinación de al menos un parámetro p' de una función paramétrica predeterminada F_P que está adaptada para transformar un número N_S de imágenes de referencia seleccionadas en el primer subconjunto SS en una aproximación de un número N_C de imágenes de referencia seleccionadas en el segundo subconjunto SC.

Con referencia a la figura 2, dicha etapa de determinación C4 se implementa por un módulo de cálculo CÁL4_CO del codificador CO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_CO.

Una aproximación de este tipo se realiza por maximización de un criterio de semejanza predeterminado entre al menos una imagen del primer subconjunto SS de imágenes de referencia y al menos una imagen de referencia del segundo subconjunto SC de imágenes de referencia.

Según un modo de realización preferido, la aproximación se realiza por maximización de un criterio de semejanza predeterminado entre la imagen seleccionada R_{n-2} del primer subconjunto SS de imágenes de referencia y la imagen seleccionada R_{n-1} del segundo subconjunto SC de imágenes de referencia.

Según un modo alternativo de realización, la aproximación se realiza por maximización de un criterio de semejanza predeterminado entre las dos imágenes seleccionadas R_{n-3} y R_{n-4} del primer subconjunto SS de imágenes de referencia y respectivamente las dos imágenes seleccionadas R_{n-2} y R_{n-1} del segundo subconjunto SC de imágenes de referencia.

En el modo preferido de realización, se determina un valor de parámetro p', de forma que la imagen $F_{P'}(R_{n-2})$ sea la mejor aproximación posible de la imagen R_{n-1}, es decir, por minimización de $||F_P(R_{n-2}) - R_{n-1}||$. La notación $||F_P(R_{n-2}) - R_{n-1}||$ representa un estándar bien conocido de por sí, tal como el estándar L2, L1, estándar sup, cuyos unos ejemplos se dan más abajo.

La aproximación se efectúa según un criterio de semejanza predeterminado que consiste, por ejemplo, en determinar, según el estándar L2, el valor de P que minimiza el error cuadrático (en inglés: "Sum of Squared Différences", "Suma de Diferencias al Cuadrado"):

- entre cada primer píxel de la imagen $F_P(R_{n-2})$ y de la imagen R_{n-1},
- luego, entre cada segundo píxel de la imagen $F_P(R_{n-2})$ y de la imagen R_{n-1} y, de este modo, sucesivamente hasta el último píxel de cada una de dichas dos imágenes consideradas.

Como se representa en la figura 3A, de conformidad con el modo preferido de realización, una imagen intermedia S_{n-1} tal como $S_{n-1} = F_{p'}(R_{n-2})$ se obtiene, entonces, y precede temporalmente de manera inmediata a la imagen actual I_n.

En otros modos de realización, la minimización no proporciona obligatoriamente una o más imágenes intermedias.

Según una primera variante, la aproximación se efectúa según un criterio de semejanza predeterminado que consiste, por ejemplo, en determinar, según el estándar L1, el valor de P que minimiza el error absoluto (en inglés: "Sum of Absolute Différences", "Suma de Diferencias Absolutas"):

- entre cada primer píxel de la imagen $F_P(R_{n-2})$ y de la imagen R_{n-1},
- luego, entre cada segundo píxel de la imagen $F_P(R_{n-2})$ y de la imagen R_{n-1} y, de este modo, sucesivamente hasta el último píxel de cada una de dichas dos imágenes consideradas.

Según una segunda variante, la aproximación se efectúa según un criterio de semejanza predeterminado que consiste, por ejemplo, en minimizar una función general dependiente de los píxeles de cada una de las imágenes $F_P(R_{n-2})$ y R_{n-1}.

La función paramétrica F_P puede tomar diferentes formas cuyos unos ejemplos no exhaustivos se dan más abajo.

Según un primer ejemplo, la función paramétrica F_P es una función que asocia a una imagen X constituida por una pluralidad de píxeles $x_{i,j}$ ($1 \leq i \leq Q$ y $1 \leq j \leq R$), donde Q y R son unos números enteros, una imagen Y constituida por una pluralidad de píxeles $y_{i,j}$, según la siguiente relación: $y_{i,j} = Ax_{i,j}+B$, donde p'={A, B} donde A y B son unos números reales.

Los parámetros A y B se optimizan por unos enfoques convencionales, tales como la búsqueda exhaustiva, el algoritmo genético, etc....

La búsqueda exhaustiva consiste en que los parámetros A y B tomen sus valores respectivos en un conjunto predeterminado. Por ejemplo, los valores del parámetro A pertenecen al conjunto de valores predeterminado {0,98, 0,99, 1,0, 1,01, 1,02} y los valores del parámetro B pertenecen al conjunto de valores predeterminado {-2, -1, 0, 1, 2}. Entonces, se prueban todas las combinaciones de valor posible y se conserva la que optimiza el criterio de semejanza.

Igualmente, se pueden utilizar unos métodos de optimización discreta conocidos de por sí para evitar explorar todas las combinaciones, lo que es costoso de cálculos. Un ejemplo de un método de optimización de este tipo es el algoritmo genético bien conocido de por sí y descrito en la siguiente dirección de Internet:
http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Algorithme g%C3 %A9n%C3 %A9tique &oldid=83138231.

Según un segundo ejemplo, la función paramétrica F_P es una compensación en movimiento. En este caso, la imagen Y está constituida, entonces, por varios bloques que han sido codificados con la ayuda de una predicción con compensación de movimiento con unos bloques procedentes de la imagen X. Para un bloque considerado de la imagen Y se asocia un vector de movimiento que describe el movimiento entre un bloque correspondiente en la imagen X y el bloque considerado en la imagen Y. El conjunto de los vectores de movimiento forma una pluralidad de parámetros p' de la función F_P.

Supongamos, según este segundo ejemplo, que la imagen Y sea la imagen R_{n-1} del segundo subconjunto SC y que la

imagen X sea la imagen R_{n-2} del primer subconjunto SS. La aproximación se efectúa según un criterio de semejanza predeterminado que consiste en recortar la imagen R_{n-1} en varios bloques, luego, en determinar para un bloque considerado en la imagen R_{n-1} cuál es, en la imagen R_{n-2}, el bloque más semejante en términos de textura y de movimiento. El vector de movimiento asociado a dicho bloque más semejante se incluye, entonces, en los parámetros p'.

Según un tercer ejemplo, la función paramétrica F_P es un filtro Wiener que es bien conocido de por sí y que se describe, por ejemplo, en la dirección de Internet http://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9convolution de Wiener.

La aproximación se efectúa según un criterio de semejanza predeterminado que consiste, para un soporte de filtro dado, en determinar el filtro Wiener que filtra la imagen R_{n-2} para obtener la mejor semejanza posible con la imagen R_{n-1}. Los coeficientes del filtro de Wiener determinado forman, entonces, la pluralidad de parámetros p'.

Según un cuarto ejemplo, la función paramétrica F_P también puede ser una combinación de las funciones paramétricas citadas anteriormente. En este caso, la imagen Y se puede recortar en una pluralidad de zonas obtenidas, por ejemplo, con la ayuda de una segmentación que es función de ciertos criterios (criterio de distorsión, criterio de homogeneidad de la zona en función de ciertas características, tales como la energía local de la señal de vídeo). Entonces, cada zona de la imagen Y se puede aproximar según uno de los ejemplos descritos más arriba. Una primera zona de la imagen Y se aproxima, por ejemplo, con la ayuda de un filtrado de Wiener. Una segunda zona de la imagen Y se aproxima, por ejemplo, con la ayuda de una compensación en movimiento. Una tercera zona de la imagen Y, si presenta un contraste poco elevado, utiliza, por ejemplo, la función de identidad, es decir, no se aproxima, etc... Los diferentes parámetros p' de la función paramétrica F_P están constituidos, entonces, por la información de segmentación y por los parámetros asociados a cada zona segmentada de la imagen Y.

En el modo alternativo de realización donde dos imágenes de referencia R_{n-4} y R_{n-3} y R_{n-2} y R_{n-1} se seleccionan respectivamente en los primer y segundo subconjuntos SS y SC, la función paramétrica se presenta en la forma de una función multidimensional FA_T tal como $FA_T(R_{n-4}, R_{n-3})=(R_{n-2},R_{n-1})$ que asocia las dos imágenes de referencia R_{n-4},R_{n-3} respectivamente a las dos imágenes de referencia R_{n-2},R_{n-1}. En este modo alternativo, se considera, por ejemplo, que $FA_T(R_{n-4},R_{n-3})=(F_{T1}(R_{n-4}),F_{T2}(R_{n-3}))$ donde F es la misma función que la función paramétrica F_P citada anteriormente que se ha descrito en el modo preferido de realización.

De conformidad con el modo de realización alternativo, se procede a la determinación de al menos un valor de parámetro p" del parámetro T. El valor p" es la reunión de dos valores p1 y p2, donde p1 y p2 son respectivamente los valores óptimos de los parámetros T1 y T2 cuando se procede a la aproximación de R_{n-2} por $FT_1(R_{n-4})$ y R_{n-1} por $FT_2(R_{n-3})$.

Con referencia a la figura 1, se procede, en el transcurso de una etapa C5, a la selección de una o de varias imágenes de referencia sobre la o las que aplicar la función F_P para obtener una o varias nuevas imágenes de referencia. Como se representa en la figura 3B, una selección de este tipo se implementa en un tercer subconjunto SD del conjunto S_n de imágenes de referencia, siendo dicho tercer subconjunto SD diferente del primer subconjunto SS y conteniendo una o varias imágenes de referencia que son temporalmente las más cercanas a la imagen actual I_n.

En el modo preferido de realización representado en la figura 3B, la imagen de referencia seleccionada en el subconjunto SD es la imagen R_{n-1}.

En el modo alternativo de realización, las imágenes seleccionadas en el subconjunto SD son las imágenes R_{n-1} y R_{n-2}.

De una forma general, el tercer subconjunto SD contiene al menos una de las imágenes del segundo subconjunto SC. De una forma más particular, las imágenes seleccionadas en este tercer subconjunto son unas imágenes desfasadas temporalmente en +1 con respecto a las imágenes del primer subconjunto SS.

De este modo, en el modo preferido de realización representado en la figura 3B, la imagen R_{n-1} en el tercer subconjunto SD sigue temporalmente de manera inmediata a la imagen R_{n-2} del primer subconjunto SS. En el modo alternativo de realización, las imágenes R_{n-2} y R_{n-1} seleccionadas en el tercer subconjunto SD siguen temporalmente de manera inmediata a las imágenes R_{n-4} y R_{n-3} contenidas en el primer subconjunto SS de imágenes de referencia.

Con referencia a la figura 2, la etapa de selección C5 citada anteriormente se implementa por un módulo de cálculo CÁL5_CO del codificador CO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_CO.

Con referencia a la figura 1, se procede, en el transcurso de una etapa C6, a la aplicación a o a las imágenes seleccionadas en el tercer subconjunto SD, de la función F_P según el parámetro determinado p' en la etapa C4. Al final de esta etapa C6, se obtienen una o varias nuevas imágenes de referencia.

Según el modo preferido de realización, una nueva imagen de referencia V_n se obtiene tal como $V_n= F_P(R_{n-1})$ según el parámetro p'.

Según el modo alternativo de realización, las nuevas imágenes de referencia V_{n-1} y V_n se obtienen tales (V_{n-1}, V_n)=$FA_T(R_{n-2}, R_{n-1})$ según el parámetro p".

Con referencia a la figura 2, la etapa de aplicación C6 se implementa por un módulo de cálculo CÁL6_CO del codificador CO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_CO.

Con referencia a la figura 1, se procede, en el transcurso de una etapa C7, a la codificación de la imagen actual I_n a partir de la o de las nuevas imágenes de referencia obtenidas al final de la etapa C6.

Con referencia a la figura 2, la etapa de codificación C7 se implementa por un módulo de codificación MCO del codificador CO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_CO. El módulo MCO se describirá más adelante en la descripción.

Con referencia a la figura 1, se procede, en el transcurso de una etapa C8, a la producción de un flujo de bits F_n que representa la imagen actual I_n codificada por el módulo de codificación MCO citado anteriormente, así como una versión decodificada R_n de la imagen actual I_n susceptible de ser reutilizada en calidad de imagen de referencia en el conjunto S_n de imágenes de referencia de conformidad con el procedimiento de codificación según la invención.

Con referencia a la figura 2, la etapa de producción C8 de un flujo actual F_n se implementa por un módulo de generación de flujo MGF que está adaptado para producir unos flujos de datos, tales como unos bits, por ejemplo. Dicho módulo MGF está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_DO.

El flujo actual F_n se transmite, a continuación, por una red de comunicación (no representada), a un terminal distante. Este incluye el decodificador DO representado en la figura 7 que se describirá más en detalle en la continuación de la descripción.

Con referencia a la figura 1, en el transcurso de una etapa opcional de codificación C4a representada en líneas de puntos en la figura 1, se procede a la modificación del parámetro determinado p' en la etapa C4 citada anteriormente en otro parámetro p'" para tener en cuenta las imágenes a las que se aplica. Para tal efecto, el parámetro p'" se calcula previamente a partir del parámetro determinado p'. Una etapa de este tipo es particularmente útil, por ejemplo, en el caso donde la función F_P es una simple disminución de la luminancia global de la imagen, es decir, un "fundido hacia el negro". Observando, por ejemplo, la sucesión de imágenes de referencia R_{n-4}, R_{n-3}, R_{n-2} y R_{n-1}, se puede observar, por ejemplo, que el desfase hacia el negro se efectúa con el valor -10 entre R_{n-4} y R_{n-3}, el valor -9 entre R_{n-3} y R_{n-2}, el valor -8 entre R_{n-2} y R_{n-1}. De este modo, se trata de un fundido hacia el negro a velocidad variable. En la medida donde al final de la etapa C6 de aplicación de la función F_P, la nueva imagen de referencia obtenida se sitúa en el instante temporal siguiente al instante temporal donde se sitúa la imagen de referencia a la que se aplica la función F_P, es decir, en el instante temporal de la imagen I_n, conviene adaptar el valor de parámetro p' de forma que el valor de desfase de luminancia sea igual a -7, es decir, el valor de desfase entre la imagen de referencia R_{n-1} y la imagen actual I_n.

En el modo de realización preferido donde la función paramétrica F_P se aplica a la imagen de referencia R_{n-1}, con p'"=-7 en lugar de p'=-8, la nueva imagen de referencia V_n obtenida tendrá, de este modo, una probabilidad más elevada de semejarse más a la imagen actual I_n en términos de textura y de movimiento.

En el caso donde se implementa la etapa de modificación C4a, la etapa C6 de aplicación de la función paramétrica F_P se implementa según dicho parámetro p'".

En este momento, se van a describir, con referencia a la figura 4, las subetapas específicas de la etapa de codificación C7 de la imagen actual I_n. Unas subetapas específicas de este tipo se implementan por el módulo de codificación MCO de la figura 2 que se describe más en detalle en la figura 5.

Con referencia a la figura 4, la primera subetapa SC1 es el recorte de la imagen actual I_n en una pluralidad de bloques B_1, B_2,...,B_i, ...,B_K, con $1 \leq i \leq K$. En el ejemplo representado, K=16. Un macrobloque es convencionalmente un bloque que tiene un tamaño máximo predeterminado. Por otro lado, un macrobloque de este tipo se puede recortar, él mismo, en bloques más pequeños. Por razones de simplificación, el término "bloque" se utilizará, por lo tanto, indiferentemente para designar un bloque o un macrobloque. En el ejemplo representado, dichos bloques tienen una forma cuadrada y todos tienen el mismo tamaño. En función del tamaño de la imagen, que no es forzosamente un múltiplo del tamaño de los bloques, los últimos bloques de la izquierda y los últimos bloques de abajo pueden no ser cuadrados. En un modo alternativo de realización, los bloques pueden ser, por ejemplo, de tamaño rectangular y/o no estar alineados unos con los otros.

Un recorte de este tipo se efectúa por un módulo de partición PCO representado en la figura 5 que utiliza, por ejemplo, un algoritmo de partición bien conocido como tal.

En el transcurso de una subetapa SC2 representada en la figura 4, el módulo de codificación MCO selecciona como

bloque actual el primer bloque a codificar B_1 de la imagen actual I_n. En el modo preferido de realización, la selección de los bloques de una imagen se efectúa según un orden lexicográfico, es decir, según un recorrido línea por línea de los bloques, de tipo "raster-scan" ("escaneo de trama)", partiendo del bloque situado arriba a la izquierda de la imagen hasta el bloque situado abajo a la derecha de la imagen.

En el transcurso de una subetapa SC3 representada en la figura 4, se procede a la codificación predictiva del bloque actual B_1 por unas técnicas conocidas de predicción intra y/o inter, en el transcurso de la que se predice el bloque B_1 con respecto a al menos un bloque anteriormente codificado, luego, decodificado.

Con referencia a la figura 5, dicha etapa de codificación predictiva SC3 se implementa por una unidad de codificación predictiva UCP que es capaz de efectuar una codificación predictiva del bloque actual, según las técnicas de predicción convencionales, tales como, por ejemplo, en modo Intra y/o Inter.

En el caso de una codificación predictiva en modo inter, el bloque actual B_1 se predice con respecto a un bloque procedente de una imagen anteriormente codificada y decodificada. En este caso, de conformidad con la invención, la imagen anteriormente codificada y decodificada es una imagen que se ha obtenido a continuación de la etapa C6 citada anteriormente, tal como se representa en la figura 1.

Por supuesto, se pueden considerar otros tipos de predicción. De entre las predicciones posibles para un bloque actual, la predicción óptima se elige según un criterio de velocidad-distorsión bien conocido por el experto en la materia.

Dicha etapa de codificación predictiva citada anteriormente permite construir un bloque predicho Bp_1 que es una aproximación del bloque actual B_1. La información relativa a esta codificación predictiva se inscribirá posteriormente en el flujo F_n transmitido al decodificador DO. Una información de este tipo comprende, en concreto, el tipo de predicción (inter o intra) y, llegado el caso, el modo de predicción intra, el tipo de partición de un bloque o macrobloque si este último ha sido subdividido, el índice de imagen de referencia y el vector de desplazamiento utilizados en el modo de predicción inter. Esta información se comprime por el codificador CO representado en la figura 2.

En el transcurso de una subetapa SC4 representada en la figura 4, la unidad de codificación predictiva UCP de la figura 5 procede a la sustracción del bloque predicho Bp_1 del bloque actual B_1 para producir un bloque residuo Br_1.

En el transcurso de una subetapa SC5 representada en la figura 4, se procede a la transformación del bloque residuo Br_1 según una operación convencional de transformación directa, tal como, por ejemplo, una transformación de coseno discreto de tipo DCT, para producir un bloque transformado Bt_1.

Dicha subetapa SC5 se implementa por una unidad de transformación UT representada en la figura 5.

En el transcurso de una subetapa SC6 representada en la figura 4, se procede a la cuantificación del bloque transformado Bt_1 según una operación convencional de cuantificación, tal como, por ejemplo, una cuantificación escalar. Se obtiene, entonces, un bloque de coeficientes cuantificados Bq_1.

Dicha subetapa SC6 se implementa por una unidad de cuantificación UQ representada en la figura 5.

En el transcurso de una subetapa SC7 representada en la figura 4, se procede a la codificación entrópica del bloque de coeficientes cuantificados Bq_1. En el modo preferido de realización, se trata de una codificación entrópica CABAC bien conocida por el experto en la materia.

Dicha subetapa SC7 se implementa por una unidad de codificación entrópica UCE representada en la figura 5.

En el transcurso de una subetapa SC8 representada en la figura 4, se procede a la descuantificación del bloque Bq_1 según una operación convencional de descuantificación, que es la operación inversa de la cuantificación efectuada en la subetapa SC6. Se obtiene, entonces, un bloque de coeficientes descuantificados BDq_1.

Dicha subetapa SC8 se implementa por una unidad de descuantificación UDQ representada en la figura 5.

En el transcurso de una subetapa SC9 representada en la figura 4, se procede a la transformación inversa del bloque de coeficientes descuantificados BDq_1 que es la operación inversa de la transformación directa efectuada en la subetapa SC5 más arriba. Se obtiene, entonces, un bloque residuo decodificado BDr_1.

Dicha subetapa SC9 se implementa por una unidad de transformación inversa UTI representada en la figura 5.

En el transcurso de una subetapa SC10 representada en la figura 4, se procede a la construcción del bloque decodificado BD_1 añadiendo al bloque predicho Bp_1 el bloque residuo decodificado BDr_1. Cabe destacar que este último bloque es el mismo que el bloque decodificado obtenido al final del procedimiento de decodificación de la imagen I_n que se describirá más adelante en la descripción. El bloque decodificado BD_1 está hecho, de este modo, disponible para ser utilizado por el módulo de codificación MCO.

Dicha subetapa SC10 se implementa por una unidad de construcción UCR representada en la figura 5.

Las subetapas de codificación que se acaban de describir más arriba se implementan para todos los bloques a codificar de la imagen actual I_n considerada.

Descripción detallada de un modo de realización de la parte de decodificación

En este momento, se va a describir un modo de realización del procedimiento de decodificación según la invención, en el que el procedimiento de decodificación se pone en funcionamiento de manera de software o de hardware por modificaciones de un decodificador inicialmente conforme al estándar HEVC.

El procedimiento de decodificación según la invención se representa en la forma de un algoritmo que incluye unas etapas D1 a D8 representadas en la figura 6.

Según el modo de realización de la invención, el procedimiento de decodificación según la invención se pone en funcionamiento en un dispositivo de decodificación DO representado en la figura 7.

Como se ilustra en la figura 7, un dispositivo de decodificación de ese tipo comprende una memoria MEM_DO que comprende una memoria tampón MT_DO, una unidad de tratamiento UT_DO equipada, por ejemplo, con un microprocesador µP y pilotada por un programa de ordenador PG_DO que implementa el procedimiento de decodificación según la invención. En la inicialización, las instrucciones de código del programa de ordenador PG_DO se cargan, por ejemplo, en una memoria RAM antes de ejecutarse por el procesador de la unidad de tratamiento UT_DO.

El procedimiento de decodificación representado en la figura 6 se aplica a cualquier imagen actual de una secuencia de imágenes SI a decodificar.

Para tal efecto, se identifica una información representativa de la imagen actual I_n a decodificar en el flujo F_n recibido en el decodificador. En este punto, un conjunto S_n de imágenes de referencia R_{n-1}, R_{n-2},..., R_{n-M} está disponible en la memoria tampón MT_DO del decodificador DO, como se representa en la figura 7. M es una variable entera que representa el número de imágenes de referencia disponibles. En efecto, por el hecho de que los recursos de la memoria tampón MT_DO son limitados, generalmente, no es la totalidad de las imágenes de referencia del conjunto S_n las que están disponibles, sino las M imágenes de referencia últimamente decodificadas. En el ejemplo representado, M=8.

La figura 3A ilustra la sucesión de dichas M imágenes de referencia con respecto a la imagen actual I_n a decodificar, donde R_{n-8} es la imagen de referencia más alejada temporalmente de la imagen actual I_n y donde R_{n-1} es la imagen de referencia más cercana temporalmente a la imagen actual.

De forma conocida como tal, unas imágenes de referencia de este tipo son unas imágenes de la secuencia SI que han sido codificadas previamente, luego, decodificadas. En el caso de la decodificación en Inter según el estándar HEVC, la imagen actual I_n se decodifica a partir de una o de varias de dichas imágenes de referencia.

De conformidad con la invención, cuando se decodifica una imagen actual en Inter, una o varias de dichas imágenes de referencia van a ser transformadas previamente a la decodificación en Inter de la imagen actual, con la finalidad de obtener respectivamente una o varias imágenes de referencia transformadas que sean lo más semejantes posible a la imagen actual en términos de textura y de movimiento.

La transformación de dichas imágenes de referencia se efectúa en la decodificación de forma similar a la codificación, en particular, las etapas C1 a C6 representadas en la figura 1.

Con referencia a la figura 6, se procede, en el transcurso de una etapa D1, a la determinación de un primer subconjunto SS de imágenes de referencia, así como de un segundo subconjunto SC de imágenes de referencia. Siendo una etapa de este tipo idéntica a la etapa C1 citada anteriormente, no se describirá más en adelante.

Con referencia a la figura 7, dicha etapa de determinación D1 se implementa por un módulo de cálculo CÁL1_DO del decodificador DO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_DO.

Con referencia a la figura 6, se procede, en el transcurso de una etapa D2, a la selección de al menos una imagen de referencia en el primer subconjunto SS de imágenes de referencia determinado en la etapa D1. Siendo una etapa de este tipo idéntica a la etapa C2 citada anteriormente, no se describirá más en adelante.

Con referencia a la figura 7, dicha etapa de selección D2 se implementa por un módulo de cálculo CÁL2_DO del decodificador DO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_DO.

Con referencia a la figura 6, se procede, en el transcurso de una etapa D3, a la selección de al menos una imagen de referencia en el segundo subconjunto SC de imágenes de referencia determinado en la etapa D1.

Siendo una etapa de este tipo idéntica a la etapa C3 citada anteriormente, no se describirá más en adelante.

Con referencia a la figura 6, dicha etapa de selección D3 se implementa por un módulo de cálculo CÁL3_DO del decodificador DO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_DO.

Con referencia a la figura 6, se procede, en el transcurso de una etapa D4, a la determinación de al menos un parámetro p' de una función paramétrica predeterminada F_P que está adaptada para transformar un número N_S de imágenes de referencia seleccionadas en el primer subconjunto SS en una aproximación de un número N_C de imágenes de referencia seleccionadas en el segundo subconjunto SC.

Con referencia a la figura 7, dicha etapa de determinación D4 se implementa por un módulo de cálculo CÁL4_DO del decodificador DO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_DO.

Siendo la etapa D4 idéntica a la etapa C4 citada anteriormente, no se describirá más en adelante.

Con referencia a la figura 6, se procede, en el transcurso de una etapa D5, a la selección de una o de varias imágenes de referencia sobre la o las que aplicar la función Fp para obtener una o varias nuevas imágenes de referencia.

Siendo la etapa D5 idéntica a la etapa C5 citada anteriormente, no se describirá más en adelante.

Con referencia a la figura 7, la etapa de selección D5 citada anteriormente se implementa por un módulo de cálculo CÁL5_DO del decodificador DO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_DO.

Con referencia a la figura 6, se procede, en el transcurso de una etapa D6, a la aplicación a o a las imágenes seleccionadas en el tercer subconjunto SD, de la función F_P según el parámetro determinado p' en la etapa D4. Al final de esta etapa D6, se obtienen una o varias nuevas imágenes de referencia.

Siendo la etapa D6 idéntica a la etapa C6 citada anteriormente, no se describirá más en adelante.

Con referencia a la figura 7, la etapa de aplicación D6 se implementa por un módulo de cálculo CÁL6_DO del decodificador DO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_DO.

Con referencia a la figura 6, se procede, en el transcurso de una etapa D7, a la decodificación de la imagen actual I_n a partir de la o de las nuevas imágenes de referencia obtenidas al final de la etapa D6.

Con referencia a la figura 7, la etapa de decodificación D7 se implementa por un módulo de decodificación MDO del decodificador DO, módulo que está pilotado por el microprocesador µP de la unidad de tratamiento UT_DO. El módulo MDO se describirá más adelante en la descripción.

Con referencia a la figura 6, se procede, en el transcurso de una etapa D8, a la reconstrucción de una imagen decodificada ID_n.

Con referencia a la figura 7, la etapa de reconstrucción D8 se implementa por una unidad de reconstrucción URI que escribe los bloques decodificados en una imagen decodificada a medida que estos bloques se vuelven disponibles.

Con referencia a la figura 6, en el transcurso de una etapa opcional de codificación D4a representada en líneas de puntos en la figura 6, se procede a la modificación del parámetro determinado p' en la etapa D4 citada anteriormente en otro parámetro p''' para tener en cuenta las imágenes a las que se aplica.

Siendo la etapa D4a idéntica a la etapa C4a citada anteriormente, no se describirá más en adelante.

En este momento, se van a describir, con referencia a la figura 8, las subetapas específicas de la etapa de decodificación D7 de la imagen actual I_n. Unas subetapas específicas de este tipo se implementan por el módulo de decodificación MDO de la figura 7 que se describe más en detalle en la figura 9.

En el transcurso de una subetapa SD1 representada en la figura 8, el módulo de decodificación MDO representado en la figura 9 selecciona como bloque actual en el flujo F_n el primer bloque a decodificar B_1.

En el transcurso de una subetapa SD2 representada en la figura 8, se procede a la decodificación entrópica de los elementos de sintaxis vinculados al bloque actual B_1 por lectura del flujo F_n con la ayuda de un puntero de flujo. Una etapa de este tipo consiste, principalmente, en:

- leer los bits contenidos al comienzo del flujo F_n asociado al primer bloque codificado B_1,
- reconstruir los símbolos a partir de los bits leídos.

Más precisamente, los elementos de sintaxis vinculados al bloque actual se decodifican por una unidad de decodificación entrópica UDE CABAC, tal como se representa en la figura 9. Una unidad de ese tipo es bien conocida como tal y no se describirá más en adelante.

En el transcurso de una subetapa SD3 representada en la figura 8, se procede a la decodificación predictiva del bloque actual B_1 por unas técnicas conocidas de predicción intra y/o inter, en el transcurso de la que se predice el bloque B_1 con respecto a al menos un bloque anteriormente decodificado.

En el transcurso de esta etapa, se efectúa la decodificación predictiva con la ayuda de los elementos de sintaxis decodificados en la etapa anterior y que comprenden, en concreto, el tipo de predicción (inter o intra) y, llegado el caso, el modo de predicción intra, el tipo de partición de un bloque o macrobloque si este último ha sido subdividido, el índice de imagen de referencia y el vector de desplazamiento utilizados en el modo de predicción inter.

Dicha etapa de decodificación predictiva citada anteriormente permite construir un bloque predicho Bp_1 con respecto a un bloque procedente de una imagen anteriormente decodificada. En este caso, de conformidad con la invención, la imagen anteriormente decodificada es una imagen que se ha obtenido a continuación de la etapa D6 citada anteriormente, tal como se representa en la figura 6.

- Esta etapa se implementa por una unidad de decodificación predictiva UDP, tal como se representa en la figura 9.

En el transcurso de una subetapa SD4 representada en la figura 8, se procede a la construcción de un bloque residuo cuantificado Bq_1 con la ayuda de los elementos de sintaxis decodificados anteriormente.

Una etapa de este tipo se implementa por una unidad de construcción de bloque residuo cuantificado UBRQ, tal como se representa en la figura 9.

En el transcurso de una subetapa SD5 representada en la figura 8, se procede a la descuantificación del bloque residuo cuantificado Bq_1 según una operación convencional de descuantificación que es la operación inversa de la cuantificación efectuada en la subetapa SC6 citada anteriormente, para producir un bloque descuantificado decodificado BDt_1.

Dicha subetapa SD5 se implementa por una unidad de descuantificación UDQ representada en la figura 9.

En el transcurso de una subetapa SD6, se procede a la transformación inversa del bloque descuantificado BDt_1 que es la operación inversa de la transformación directa efectuada en la subetapa SC5 citada anteriormente. Se obtiene, entonces, un bloque residuo decodificado BDr_1.

Dicha subetapa SD6 se implementa por una unidad de transformación inversa UTI representada en la figura 9.

En el transcurso de una subetapa SD7, se procede a la construcción del bloque decodificado BD_1 añadiendo al bloque predicho Bp_1 el bloque residuo decodificado BDr_1. El bloque decodificado BD_1 queda hecho, de este modo, disponible para ser utilizado por el módulo de decodificación MDO de la figura 9.

Dicha subetapa SD7 se implementa por una unidad de construcción de bloque decodificado UCBD, tal como se representa en la figura 9.

Las subetapas de decodificación que se acaban de describir más arriba se implementan para todos los bloques a decodificar de la imagen actual I_n considerada.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de codificación de al menos una imagen actual (I_n), que comprende las etapas de:

- determinación (C4) de al menos un parámetro (p', p'') de una función paramétrica predeterminada (F_P), siendo dicha función capaz de transformar las imágenes de un primer subconjunto (SS) de un conjunto (Sn) de imágenes de referencia previamente decodificadas en una aproximación de las imágenes de un segundo subconjunto (SC) de imágenes de dicho conjunto (S_n) de imágenes de referencia,
- aplicación (C6) de dicha función (F_P) según el parámetro determinado (p', p'') a un tercer subconjunto (SD) de dicho conjunto (S_n) de imágenes de referencia, siendo dicho tercer subconjunto diferente de dicho primer subconjunto, para obtener otro conjunto (SV) de imágenes de referencia previamente decodificadas,
- codificación (C7) de la imagen actual (I_n) a partir de dicho conjunto (SV) de imágenes de referencia obtenido,

donde, para al menos una imagen a codificar:

- dichos primer y segundo subconjuntos (SS, SC) comprenden respectivamente dos imágenes de referencia,
- dicho tercer subconjunto (SD) comprende las dos imágenes de referencia que son temporalmente las más cercanas a la imagen actual (In),
- y dicho otro conjunto (SV) de imágenes de referencia obtenido comprende dos imágenes de referencia.

2. Procedimiento de codificación según la reivindicación 1, en el transcurso del que dicha etapa de determinación de al menos un parámetro (p', p'') se realiza por maximización de un criterio de semejanza predeterminado entre dicha aproximación del segundo subconjunto de imágenes de referencia y dicho segundo subconjunto de imágenes de referencia.

3. Procedimiento de codificación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el transcurso del que dicha etapa de aplicación de la función (F_P) se implementa según otro parámetro (p''') que no sea dicho parámetro determinado (p', p''), calculándose (C4a) dicho otro parámetro (p''') previamente a partir de dicho parámetro determinado (p', p'').

4. Dispositivo de codificación (CO) de al menos una imagen actual (I_n) destinado a implementar el procedimiento de codificación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende:

- unos medios de determinación (CÁL4_CO) de al menos un parámetro (p') de una función paramétrica predeterminada (F_P), siendo dicha función capaz de transformar las imágenes de un primer subconjunto (SS) de un conjunto (S_n) de imágenes de referencia previamente decodificadas en una aproximación de las imágenes de un segundo subconjunto (SC) de imágenes de dicho conjunto (S_n) de imágenes de referencia,
- unos medios de aplicación (CÁL6_CO) de dicha función (F_P) según el parámetro determinado (p') a un tercer subconjunto (SD) de dicho conjunto (S_n) de imágenes de referencia, siendo dicho tercer subconjunto diferente de dicho primer subconjunto, para obtener otro conjunto (SV) de imágenes de referencia previamente decodificadas,
- unos medios de codificación (MCO) de la imagen actual (I_n) a partir de dicho conjunto (SV) de imágenes de referencia obtenido,

donde, para al menos una imagen a codificar:

- dichos primer y segundo subconjuntos (SS, SC) comprenden respectivamente dos imágenes de referencia,
- dicho tercer subconjunto (SD) comprende las dos imágenes de referencia que son temporalmente las más cercanas a la imagen actual (In),
- y dicho otro conjunto (SV) de imágenes de referencia obtenido comprende dos imágenes de referencia.

5. Programa de ordenador que incluye unas instrucciones para implementar el procedimiento de codificación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, cuando se ejecuta en un ordenador.

6. Soporte de registro legible por un ordenador en el que se registra un programa de ordenador que comprende unas instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento de codificación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, cuando dicho programa se ejecuta por un ordenador.

7. Procedimiento de decodificación de una imagen actual codificada, que comprende las etapas de:

- determinación (D4) de al menos un parámetro (p', p'') de una función paramétrica predeterminada (F_P), siendo dicha función capaz de transformar las imágenes de un primer subconjunto (SS) de un conjunto (S_n) de imágenes de referencia previamente decodificadas en una aproximación de las imágenes de un segundo subconjunto (SC) de imágenes de dicho conjunto (S_n) de imágenes de referencia,
- aplicación (D6) de dicha función (F_P) según el parámetro determinado (p', p'') a un tercer subconjunto (SD) de dicho conjunto (S_n) de imágenes de referencia, siendo dicho tercer subconjunto diferente de dicho primer subconjunto, para obtener otro conjunto (SV) de imágenes de referencia previamente decodificadas,

- decodificación (D7) de la imagen actual (I_n) a partir de dicho conjunto (SV) de imágenes de referencia obtenido,

donde, para al menos una imagen a decodificar:

- dichos primer y segundo subconjuntos (SS, SC) comprenden respectivamente dos imágenes de referencia,
- dicho tercer subconjunto (SD) comprende las dos imágenes de referencia que son temporalmente las más cercanas a la imagen actual (In),
- y dicho otro conjunto (SV) de imágenes de referencia obtenido comprende dos imágenes de referencia.

8. Procedimiento de decodificación según la reivindicación 7, en el transcurso del que dicha etapa de determinación de al menos un parámetro (p', p") se realiza por maximización de un criterio de semejanza predeterminado entre dicha aproximación del segundo subconjunto de imágenes de referencia y dicho segundo subconjunto de imágenes de referencia.

9. Procedimiento de decodificación según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8, en el transcurso del que dicha etapa de aplicación de la función (F_P) se implementa según otro parámetro (p"') que no sea dicho parámetro determinado (p', p"), calculándose dicho otro parámetro (p"') previamente a partir de dicho parámetro determinado (p', p").

10. Dispositivo de decodificación (DO) de una imagen actual codificada, destinado a implementar el procedimiento de decodificación según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que comprende:

- unos medios de determinación (CÁL4_DO) de al menos un parámetro (p') de una función paramétrica predeterminada (F_P), siendo dicha función capaz de transformar las imágenes de un primer subconjunto (SS) de un conjunto (S_n) de imágenes de referencia previamente decodificadas en una aproximación de las imágenes de un segundo subconjunto (SC) de imágenes de dicho conjunto (S_n) de imágenes de referencia,
- unos medios de aplicación (CÁL6_DO) de dicha función (F_P) según el parámetro determinado (p') a un tercer subconjunto (SD) de dicho conjunto (S_n) de imágenes de referencia, siendo dicho tercer subconjunto diferente de dicho primer subconjunto, para obtener otro conjunto (SV) de imágenes de referencia previamente decodificadas,
- unos medios de decodificación (MDO) de la imagen actual (I_n) a partir de dicho conjunto (SV) de imágenes de referencia obtenido,

donde, para al menos una imagen a decodificar:

- dichos primer y segundo subconjuntos (SS, SC) comprenden respectivamente dos imágenes de referencia,
- dicho tercer subconjunto (SD) comprende las dos imágenes de referencia que son temporalmente las más cercanas a la imagen actual (In),
- y dicho otro conjunto (SV) de imágenes de referencia obtenido comprende dos imágenes de referencia.

11. Programa de ordenador que incluye unas instrucciones para implementar el procedimiento de decodificación según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, cuando se ejecuta en un ordenador.

12. Soporte de registro legible por un ordenador en el que se registra un programa de ordenador que comprende unas instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento de decodificación según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, cuando dicho programa se ejecuta por un ordenador.

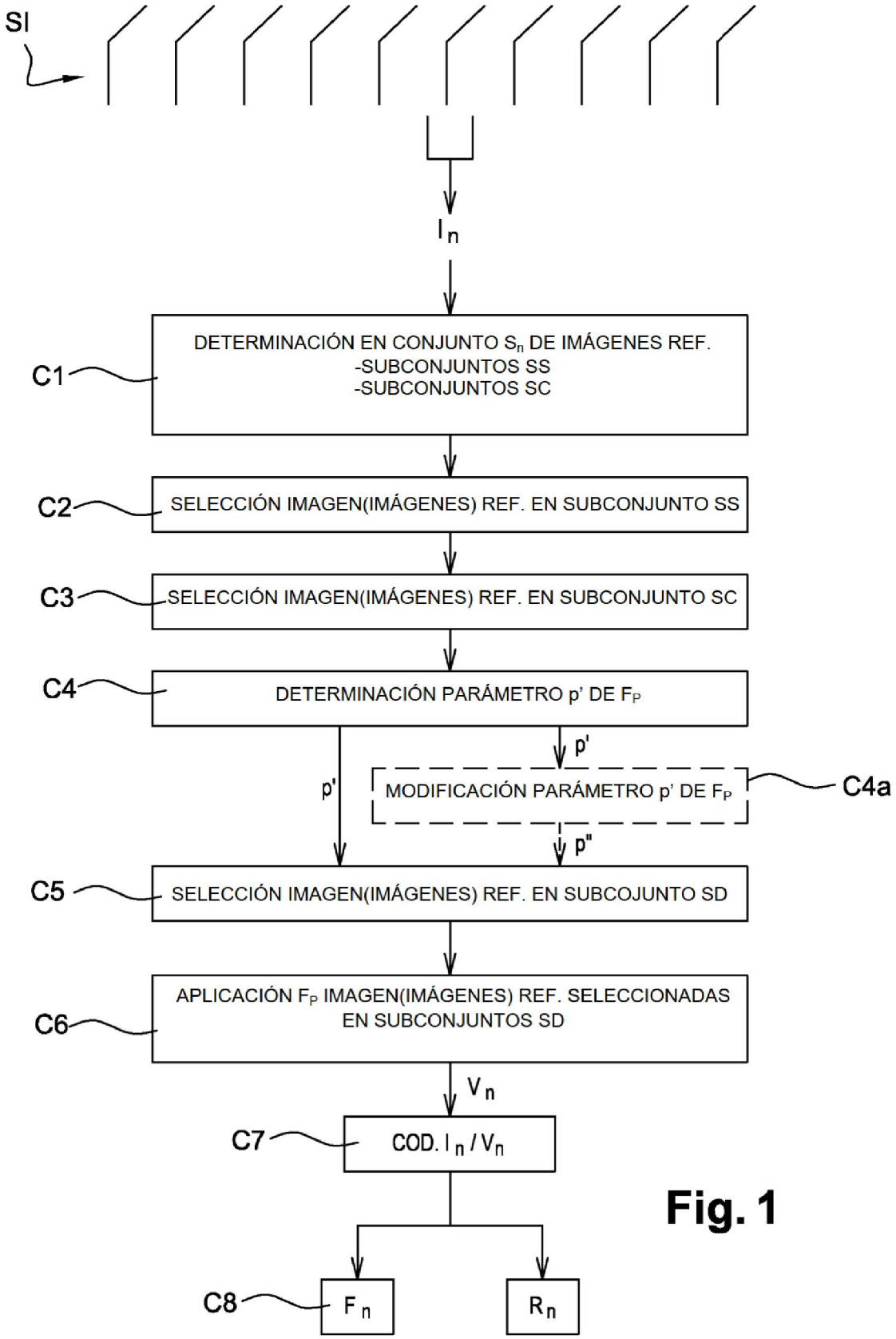
SI
I_n
C1
DETERMINACIÓN EN CONJUNTO S_n DE IMÁGENES REF.
-SUBCONJUNTOS SS
-SUBCONJUNTOS SC
C2
SELECCIÓN IMAGEN(IMÁGENES) REF. EN SUBCONJUNTO SS
C3
SELECCIÓN IMAGEN(IMÁGENES) REF. EN SUBCONJUNTO SC
C4
DETERMINACIÓN PARÁMETRO p' DE F_P
p'
p'
MODIFICACIÓN PARÁMETRO p' DE F_P
C4a
p"
C5
SELECCIÓN IMAGEN(IMÁGENES) REF. EN SUBCOJUNTO SD
C6
APLICACIÓN F_P IMAGEN(IMÁGENES) REF. SELECCIONADAS
EN SUBCONJUNTOS SD
V_n
C7
COD. I_n / V_n
C8
F_n
R_n

Fig. 1

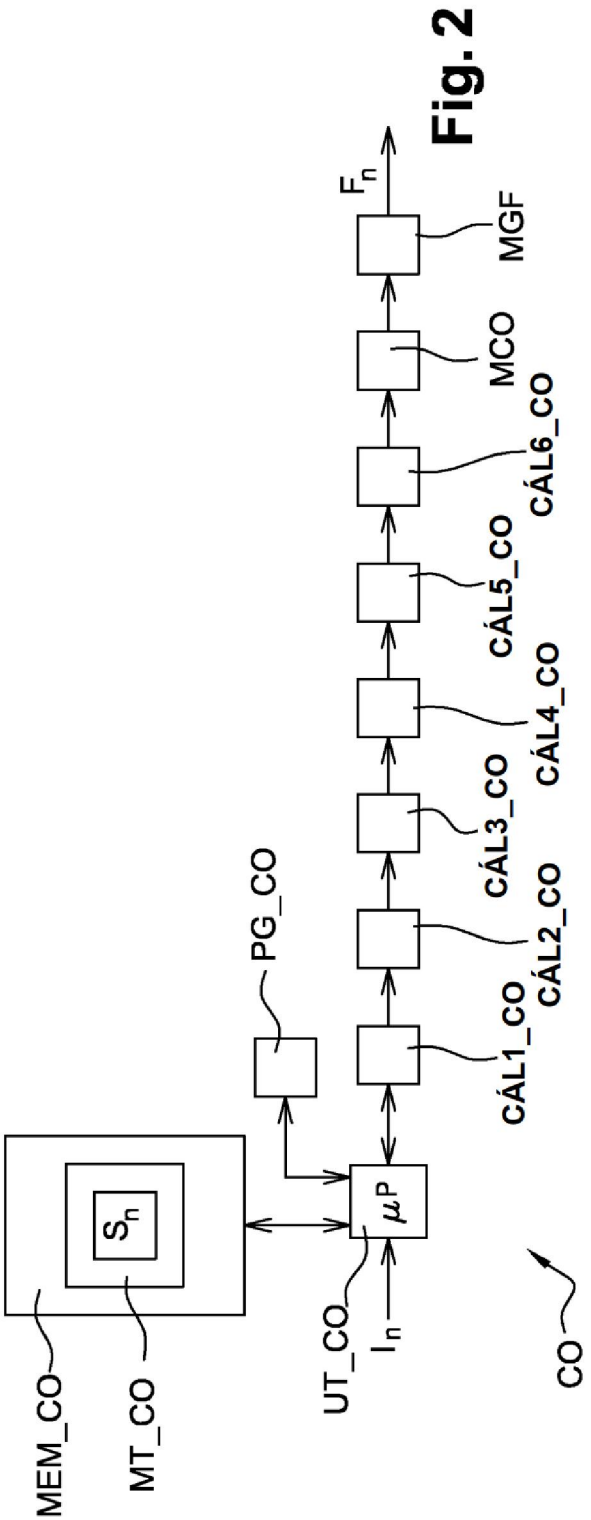
MEM_CO
MT_CO
S_n
UT_CO
I_n
μP
PG_CO
CO
CÁL1_CO
CÁL2_CO
CÁL3_CO
CÁL4_CO
CÁL5_CO
CÁL6_CO
MCO
MGF
F_n

Fig. 2

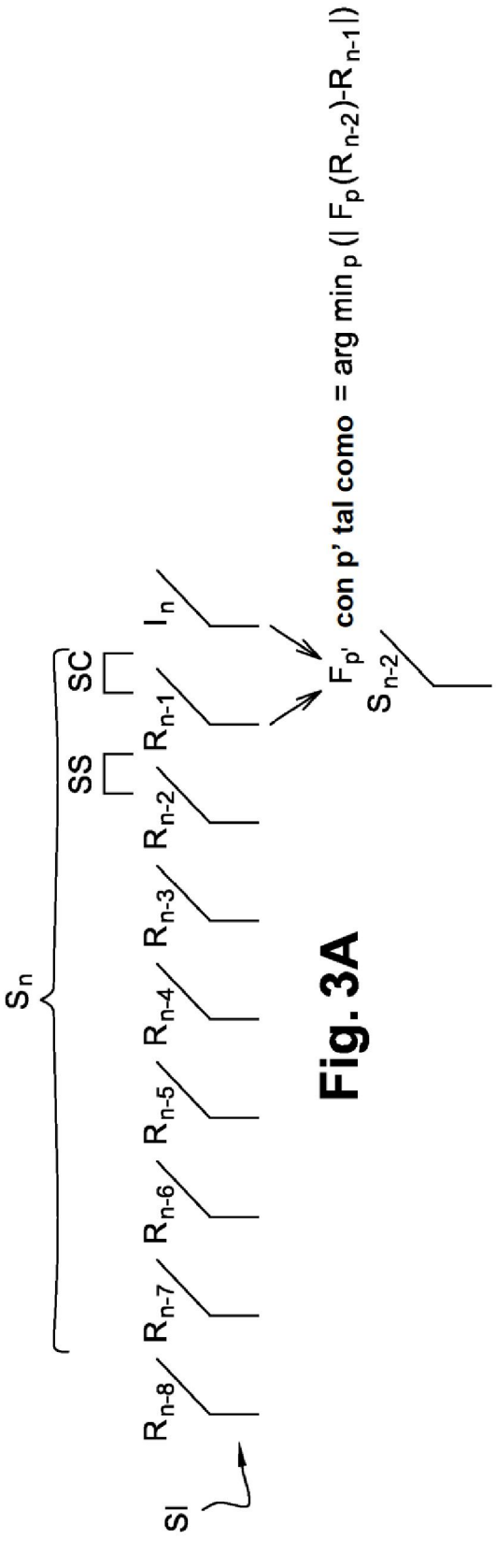
S_n
SS
SC
I_n
R_{n-1}
R_{n-2}
R_{n-3}
R_{n-4}
R_{n-5}
R_{n-6}
R_{n-7}
R_{n-8}
SI
$F_{p'}$ con p' tal como = arg min $_p$ (| $F_p(R_{n-2})$-R_{n-1}|)
S_{n-2}

Fig. 3A

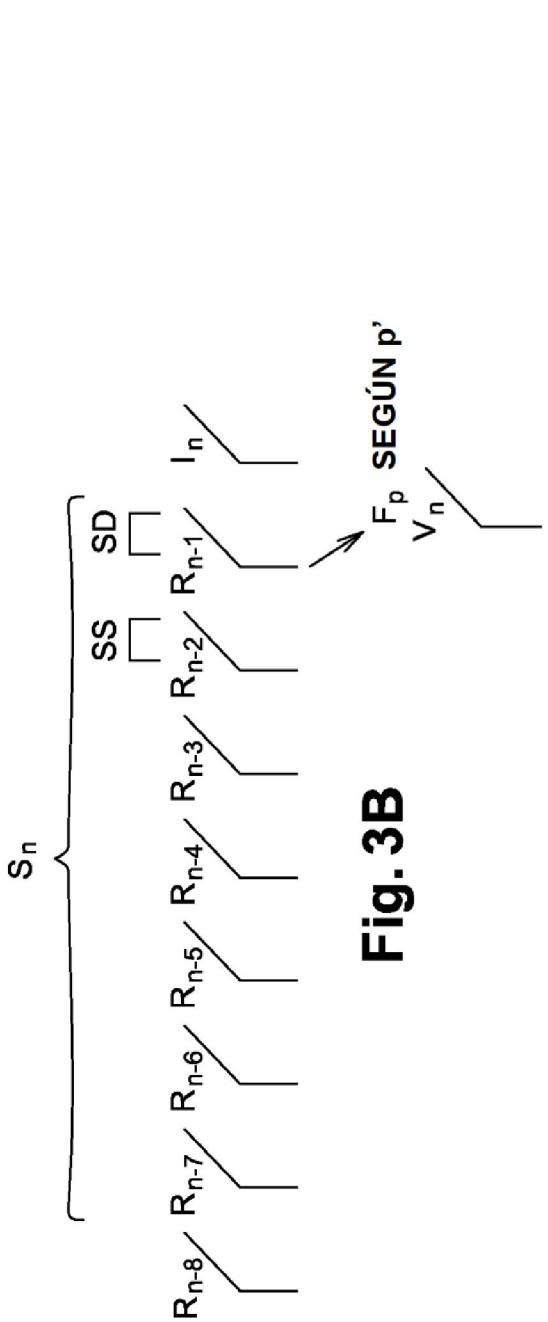
S_n
R_{n-8}
R_{n-7}
R_{n-6}
R_{n-5}
R_{n-4}
R_{n-3}
R_{n-2}
SS
R_{n-1}
SD
I_n
F_p SEGÚN p'
V_n

Fig. 3B

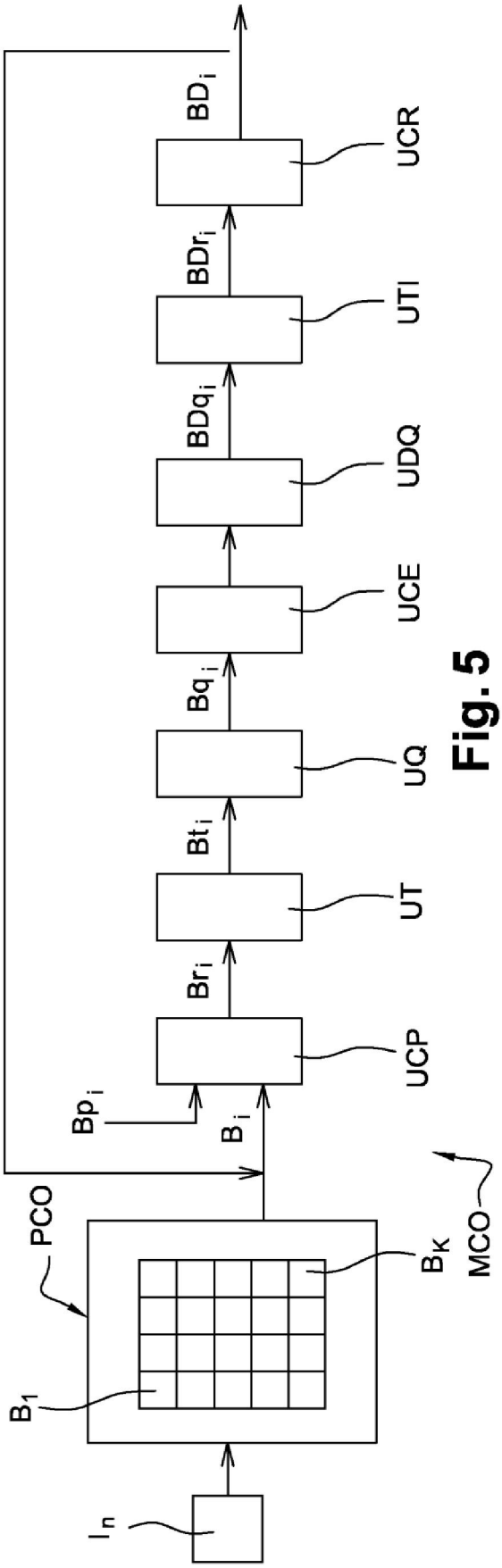
I_n
B_1
PCO
B_K
MCO
B_i
Bp_i
UCP
Br_i
UT
Bt_i
UQ
Bq_i
UCE
UDQ
BDq_i
UTI
BDr_i
UCR
BD_i

Fig. 5

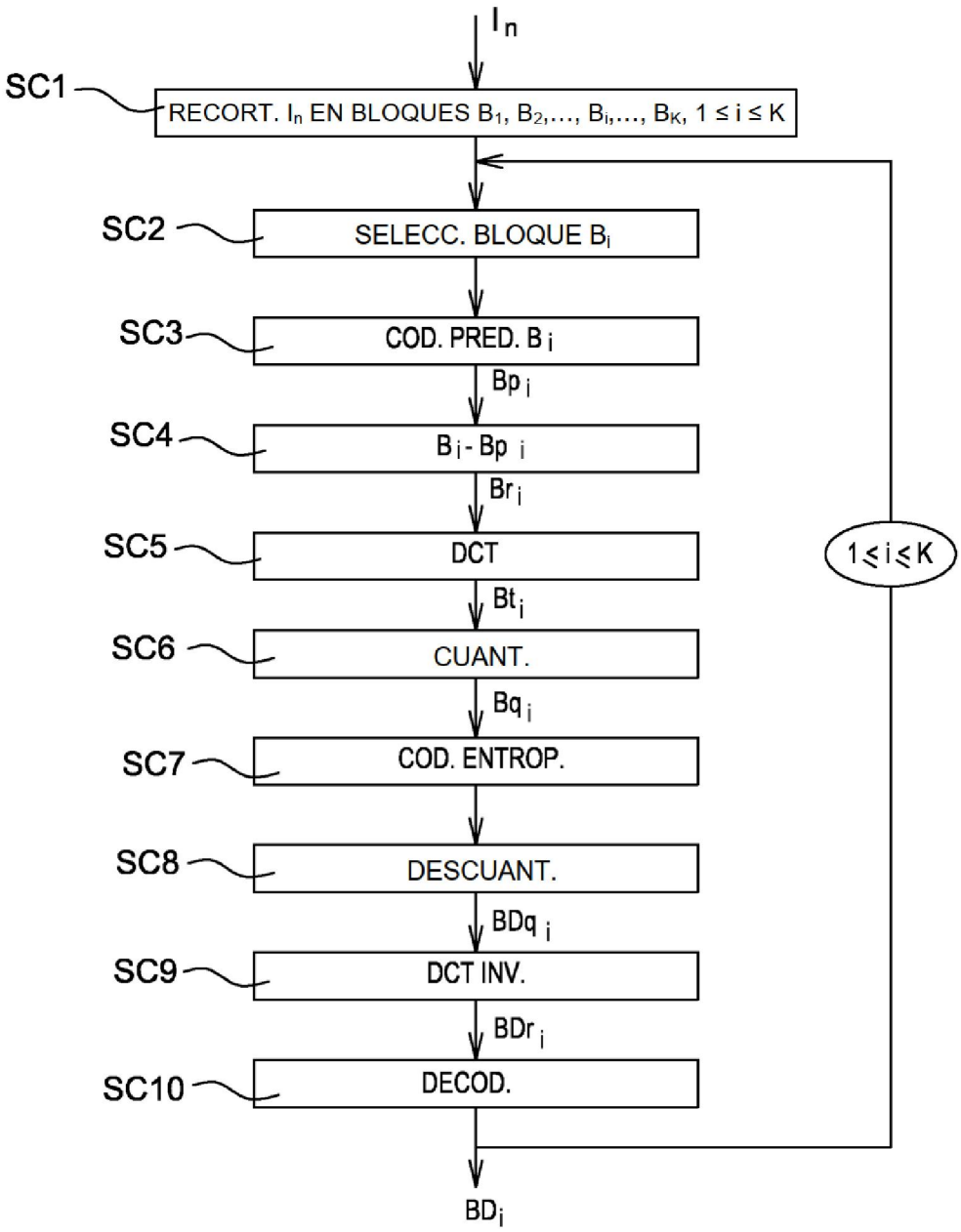
In
SC1
RECORT. In EN BLOQUES B1, B2,..., Bi,..., BK, 1 ≤ i ≤ K
SC2
SELECC. BLOQUE Bi
SC3
COD. PRED. B i
Bp i
SC4
B i - Bp i
Br i
SC5
DCT
Bt i
SC6
CUANT.
Bq i
SC7
COD. ENTROP.
SC8
DESCUANT.
BDq i
SC9
DCT INV.
BDr i
SC10
DECOD.
BDi
1≤i≤K

Fig. 4

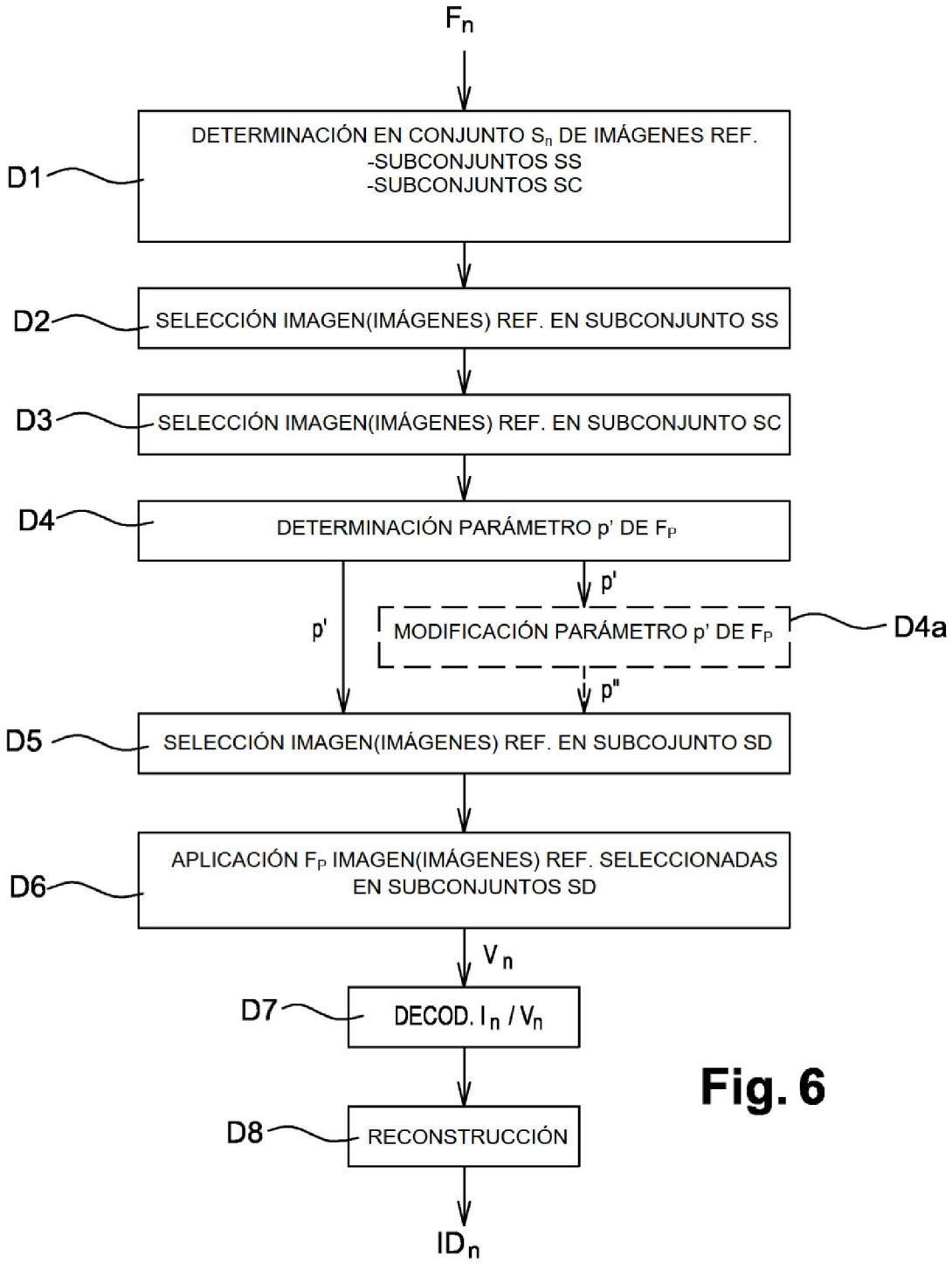
F_n
DETERMINACIÓN EN CONJUNTO S_n DE IMÁGENES REF.
-SUBCONJUNTOS SS
-SUBCONJUNTOS SC
D1
SELECCIÓN IMAGEN(IMÁGENES) REF. EN SUBCONJUNTO SS
D2
SELECCIÓN IMAGEN(IMÁGENES) REF. EN SUBCONJUNTO SC
D3
DETERMINACIÓN PARÁMETRO p' DE F_P
D4
p'
p'
MODIFICACIÓN PARÁMETRO p' DE F_P
D4a
p"
SELECCIÓN IMAGEN(IMÁGENES) REF. EN SUBCOJUNTO SD
D5
APLICACIÓN F_P IMAGEN(IMÁGENES) REF. SELECCIONADAS
EN SUBCONJUNTOS SD
D6
V_n
DECOD. I_n / V_n
D7
RECONSTRUCCIÓN
D8
ID_n

Fig. 6

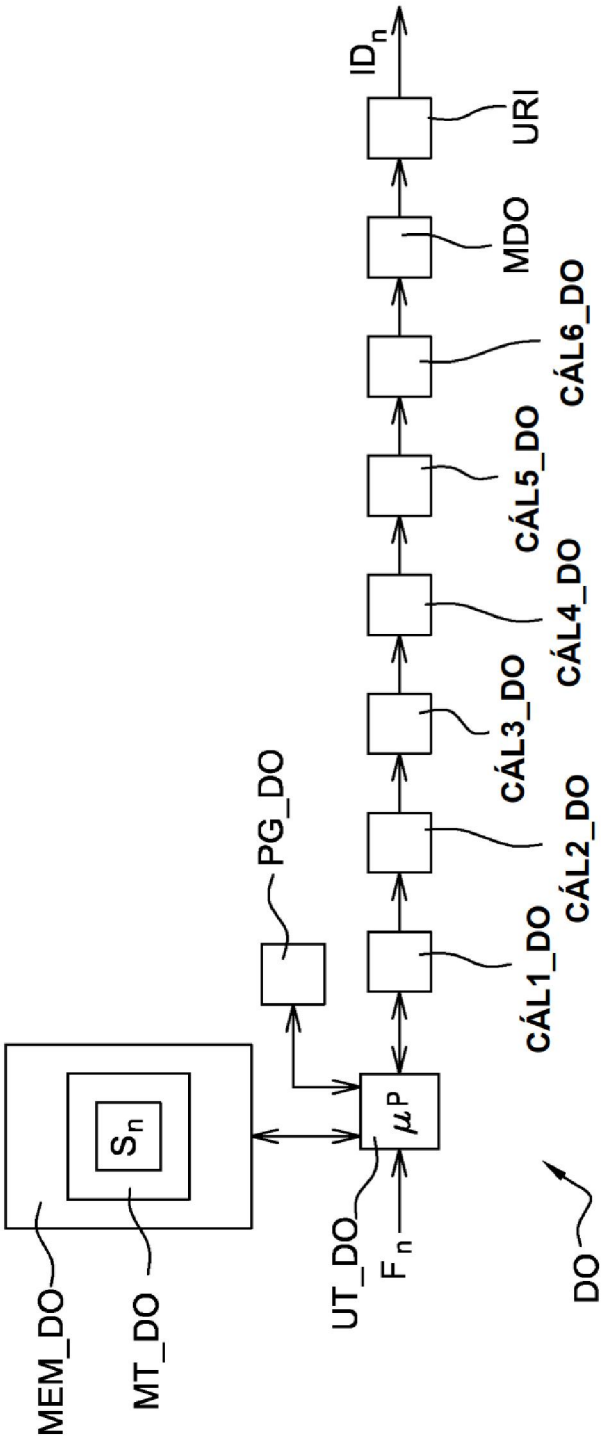
ID_n
URI
MDO
CÁL6_DO
CÁL5_DO
CÁL4_DO
CÁL3_DO
CÁL2_DO
CÁL1_DO
PG_DO
μP
S_n
MEM_DO
MT_DO
UT_DO
F_n
DO

Fig. 7

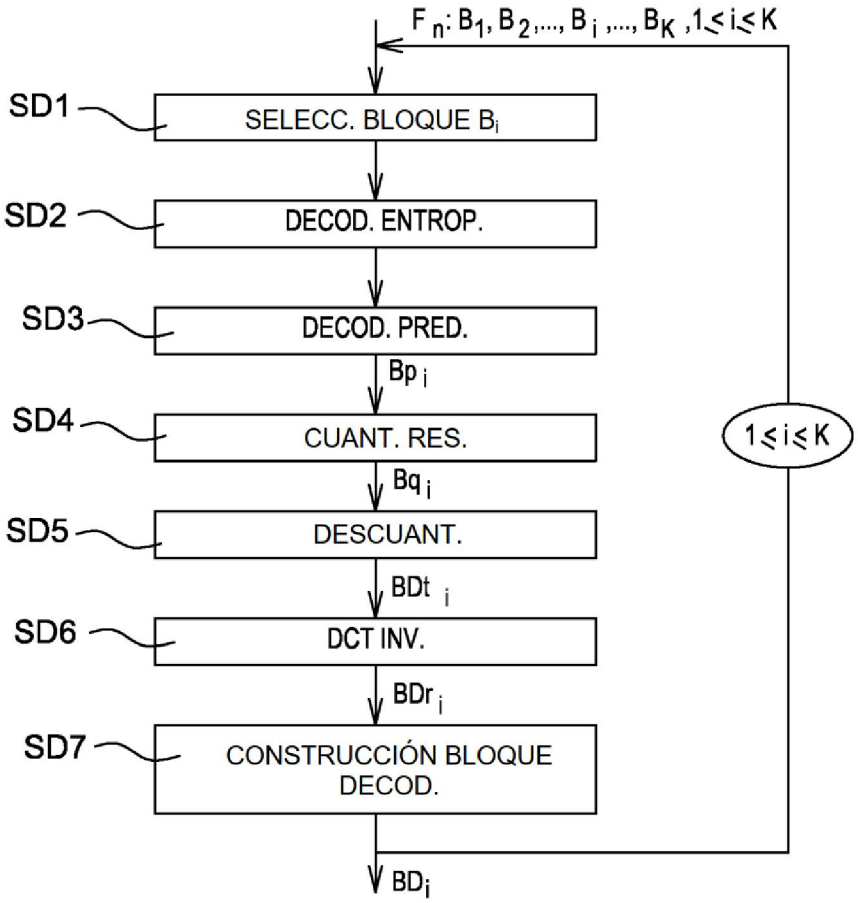

Fig. 8

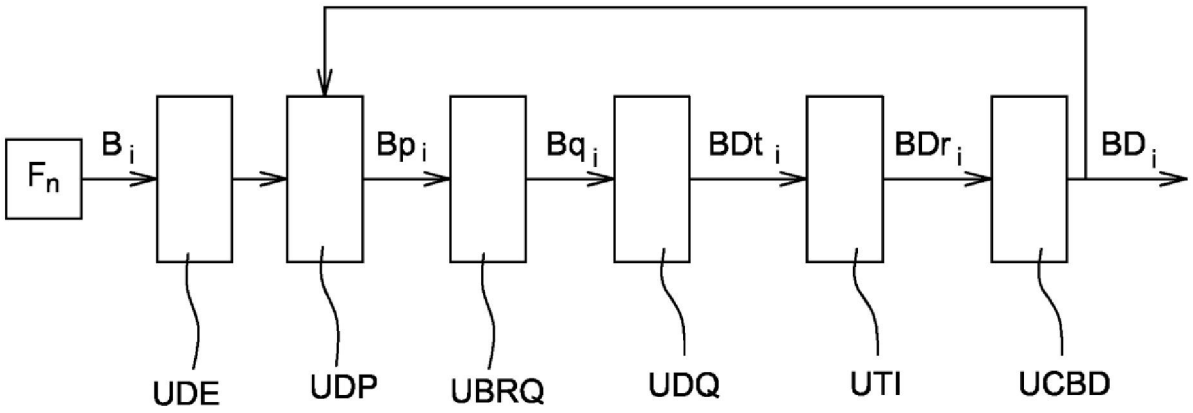

Fig. 9

MDO