

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 285**

51 Int. Cl.:

H04N 19/105 (2014.01)
H04N 19/109 (2014.01)
H04N 19/176 (2014.01)
H04N 19/179 (2014.01)
H04N 19/46 (2014.01)
H04N 19/51 (2014.01)
H04N 19/61 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.10.2011 PCT/FR2011/052432**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.05.2012 WO12056147**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2011 E 11787716 (7)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020 EP 2633687**

54 Título: **Codificación y decodificación de vídeo a partir de un epítome**

30 Prioridad:

25.10.2010 FR 1058748

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2021

73 Titular/es:

**ORANGE (100.0%)
78 rue Olivier de Serres
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

AMONOU, ISABELLE

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 805 285 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

Codificación y decodificación de vídeo a partir de un epítome

5 1. Campo de la invención

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

10 De manera más precisa, la invención se refiere a la compresión de imágenes o de secuencias de imágenes utilizando una representación por bloques de las imágenes.

La invención se puede aplicar principalmente a la codificación de vídeo implementado en los codificadores de vídeo actuales (MPEG, H.264, etc. y sus enmiendas) o futuros (ITU-T/ISO HEVC, en inglés "High-Efficiency Video Coding" para codificación de vídeo de alta eficiencia), y a la decodificación correspondiente.

15 2. Técnica anterior

Las imágenes y secuencias de imágenes digitales ocupan mucho espacio en términos de memoria, lo que hace preciso, cuando se transmiten estas imágenes, comprimirlas con el fin de evitar problemas de congestión en la red utilizada para esta transmisión. En efecto, la velocidad utilizable en esta red está generalmente limitada.

Ya son conocidas numerosas técnicas de compresión de datos de vídeo. Entre estas, la técnica H.264 implementa una predicción de píxeles de una imagen actual con relación a otros píxeles que pertenecen a la misma imagen (predicción intra) o una imagen precedente o siguiente (predicción inter).

De manera más precisa, según esta técnica H.264, se codifican unas imágenes I por predicción espacial (predicción intra), y se codifican unas imágenes P y B por predicción temporal con relación a otras imágenes I, P o B (predicción inter), codificadas/decodificadas con ayuda de una compensación de movimiento por ejemplo.

30 Para hacer esto, las imágenes se dividen en macrobloques, que se subdividen a continuación en bloques, constituidos por píxeles. Cada bloque o macrobloque está codificado por predicción intra o inter-imágenes.

Clásicamente, la codificación de un bloque actual se lleva a cabo con ayuda de una predicción del bloque actual, llamado 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 al añadir este bloque residual a la predicción.

La predicción del bloque actual se establece con ayuda de información ya reconstruida (bloques anteriores ya codificados/decodificados en la imagen actual, imágenes previamente codificadas en el marco de una codificación de vídeo, etc.). El bloque residual obtenido se transforma entonces, por ejemplo, utilizando una transformada de tipo DCT (transformada en coseno discreto). Los coeficientes del bloque residual transformado se cuantifican entonces, y posteriormente se codifican mediante una codificación entrópica.

45 La decodificación se realiza 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. La cuantificación inversa y la transformación inversa de los coeficientes del o de los bloques residuales asociados con el (macro)bloque se llevan a cabo. A continuación, Posteriormente, se calcula la predicción del (macro)bloque y se reconstruye el (macro)bloque añadiendo la predicción al o a los bloques residuales decodificados.

50 Según esta técnica de compresión, se transmiten, por lo tanto, bloques residuales transformados, cuantificados y codificados, al decodificador, para permitirle reconstruir la o las imágenes originales. Clásicamente, para disponer de la misma información de predicción en el codificador y en el decodificador, el codificador incluye el decodificador en su bucle de codificación.

55 Para mejorar aún más la compresión de imágenes o secuencias de imágenes, Q. Wang, R. Hu et Z. Wang propusieron una nueva técnica de predicción intra en el documento "Improving Intra Coding in H.264\AVC by Image Epitome, Advances in Multimedia Information Processing", basado en el uso de epítomes (en inglés "epitome" o "jigsaw"), véase también el documento Q. WANG et al: "Intra coding and refresh based on video epitomic analysis", IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), 2010, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, del 19 de julio de 2010, páginas 452-455, ISBN: 978-1-4244-7491-2.

65 Un epítome es una versión condensada, generalmente en miniatura, de una imagen, que contiene los componentes principales de textura y de contorno de esa imagen. El tamaño del epítome generalmente se reduce en comparación con el de la imagen original, pero el epítome siempre contiene los elementos constitutivos más relevantes para la reconstrucción de la imagen. Como se describe en los documentos mencionados anteriormente, el epítome se

puede construir utilizando una técnica de tipo de máxima verosimilitud a posteriori (en inglés MLE, para "Maximum Likelihood Estimation"), asociada con un algoritmo de tipo de expectativa/maximización (en inglés EM, para "Expectation/Maximization"). Una vez que el epítome se ha construido para la imagen, se puede usar para reconstruir (sintetizar) ciertas partes de la imagen.

5 Los epítomes se utilizaron por primera vez para el análisis y síntesis de imágenes y vídeos. Para estas aplicaciones, la llamada síntesis "inversa" permite generar una muestra de textura (correspondiente al epítome) que mejor representa una textura más amplia. Durante la síntesis llamada "directa", es posible entonces volver a sintetizar una textura de tamaño arbitrario a partir de esta muestra. Por ejemplo, es posible volver a sintetizar la fachada de un edificio a partir de una muestra de textura correspondiente a un piso del edificio, o a una ventana y sus contornos del edificio.

15 En los documentos mencionados anteriormente, Q. Wang et al., propusieron integrar dicho método de síntesis inversa dentro de un codificador H.264. La técnica de predicción intra según estos documentos se basa en la construcción de un epítome con el codificador. La predicción del bloque en curso de codificación se genera a partir del epítome, mediante una técnica llamada "Template Matching" que explota la búsqueda de un patrón similar en el epítome a partir de observaciones conocidas en la vecindad de la zona a reconstruir. En otros términos, el bloque del epítome que tiene la vecindad más cercana al del bloque en curso de codificación se usa para esta predicción. Este epítome se transmite al decodificador y se usa para reemplazar la predicción DC del codificador H.264.

20 De esta manera, se utiliza una información global sobre la imagen a codificar para la predicción intra (construyéndose el epítome a partir de la imagen completa), y no solo la vecindad causal del bloque en curso de codificación. Además, la utilización de un epítome para la predicción intra mejora la compresión de los datos transmitidos, ya que el epítome es una versión condensada de la imagen. Por otra parte, la predicción intra implementada desde un epítome no presupone una alineación de los bloques de la imagen.

Sin embargo, aunque esta técnica de predicción ofrece un buen rendimiento en términos de compresión, no es adecuada para codificar todo tipo de imágenes o secuencias de imágenes.

30 3. Exposición de la invención

La invención propone un nuevo procedimiento de codificación de una secuencia de imágenes.

35 Según la invención, dicho procedimiento implementa las etapas de la reivindicación independiente 1.

De este modo, la invención propone una nueva técnica de predicción inter-imágenes, basada en la generación y la utilización en el codificador (y en el decodificador destinado a decodificar la secuencia de imágenes) de un epítome, o imagen condensada, específico.

40 Dicho epítome se construye a partir de varias imágenes de la secuencia y, por lo tanto, es representativo de una parte de la secuencia. La invención permite así predecir de manera más eficaz la imagen actual a partir de este epítome.

45 El epítome así construido no se transmite necesariamente al decodificador, y puede ser reconstruido por el decodificador. De esta forma se mejora la compacidad de los datos transmitidos. De este modo, la invención permite reducir la velocidad de transferencia necesaria para la codificación de una secuencia de imágenes, sin afectar a su calidad.

50 En particular, la imagen actual y el conjunto de imágenes utilizado para construir el epítome pertenecen a la misma subsecuencia de la secuencia.

Dicha subsecuencia pertenece al grupo que comprende:

- 55 - un mismo plano de imágenes;
- un GOP (en inglés "Group Of Pictures" para grupo de imágenes), que comprende, por ejemplo, imágenes de tipo P y B ubicadas entre dos imágenes de tipo I según el orden de codificación de la secuencia, tal como se define según las normas H263, MPEG2, etc.

60 El conjunto de imágenes utilizado para construir el epítome es una lista de imágenes de referencia de la imagen actual, definida, por ejemplo, según las normas MPEG4, H.264, etc.

65 Por ejemplo, para construir el epítome se utiliza una subsecuencia de imágenes correspondiente a la misma escena (o "shot") de la secuencia de imágenes que la imagen actual. De esta manera, las diferentes imágenes de la subsecuencia tienen características comunes, lo que simplifica la construcción del epítome y permite reducir su tamaño.

Según otra característica de la invención, la etapa de construcción también tiene en cuenta la vecindad causal de la imagen actual. El epítome así construido representa, de la mejor manera, la imagen actual.

5 Según un aspecto particular de la invención, para la codificación de al menos una imagen que sigue a la imagen actual según un orden de codificación de la secuencia, el procedimiento de codificación comprende una etapa de actualización del conjunto de imágenes utilizadas para construir el epítome, teniendo en cuenta el contexto y/o el progreso de la codificación en la secuencia, y de actualización del epítome a partir del conjunto actualizado.

10 De esta manera, no es necesario construir un nuevo epítome para cada nueva imagen, lo que permite reducir la cantidad de operaciones que a efectuar. Además, el epítome así actualizado sigue siendo particularmente bien representativo de la subsecuencia de imágenes.

15 Por ejemplo, es posible actualizar el epítome teniendo en cuenta una "imagen de diferencia" entre la imagen actual y una imagen que sigue a esta imagen actual, llamada imagen siguiente.

20 Según este aspecto de la invención, el procedimiento de codificación comprende una etapa de transmisión de un epítome complementario a al menos un decodificador destinado a decodificar la secuencia de imágenes, obtenido por comparación del epítome asociado con la imagen actual y del epítome actualizado asociado con una imagen siguiente.

De esta manera se reduce la cantidad de información a transmitir al decodificador. En efecto, según este aspecto, es posible transmitir solo las diferencias entre el epítome asociado con la imagen actual y el epítome actualizado, en lugar de transmitir el epítome actualizado.

25 Según una característica particular de la invención, el epítome presenta un tamaño idéntico al de la imagen actual.

De esta manera, no es necesario redimensionar los vectores de movimiento utilizados para la predicción inter-imágenes.

30 Además, de este modo es posible utilizar para la predicción un epítome de mejor calidad, que puede ser más grande en la medida en que no se transmite necesariamente al decodificador. En efecto, dado que se puede elegir el tamaño del epítome, es posible lograr un compromiso entre la calidad de la reconstrucción y la compacidad: cuanto mayor es el epítome, mayor será la calidad de la codificación.

35 En otro modo de realización, la invención se refiere a un dispositivo de codificación de una secuencia de imágenes tal como se define en la reivindicación independiente 6.

40 Dicho codificador es adecuado en concreto para implementar el procedimiento de codificación descrito anteriormente. Se trata, por ejemplo, de un codificador de vídeo de tipo H.264. Por supuesto, este dispositivo de codificación podrá constar de las diversas características relativas al procedimiento de codificación según la invención. De este modo, las características y ventajas de este codificador son las mismas que las del procedimiento de codificación, y no se detallan más ampliamente.

45 La invención también se refiere a una señal representativa de una secuencia de imágenes codificada según el procedimiento de codificación descrito anteriormente.

50 Según la invención, dicha señal es notable porque al menos una imagen actual de la secuencia que se predice por predicción inter-imágenes a partir de un epítome representativo de la imagen actual, construida a partir de un conjunto de al menos dos imágenes de la secuencia, la señal porta al menos un indicador que indica una utilización del epítome durante la predicción inter-imágenes de la imagen actual y/o una presencia del epítome en la señal.

De este modo, dicho indicador permite indicar al decodificador el modo de predicción utilizado, y si puede leer el epítome o un epítome complementario en la señal, o si debe reconstruirlos.

55 Por supuesto, esta señal podría constar de las diversas características relacionadas con el procedimiento de codificación según la invención.

La invención también se refiere a un soporte de grabación que porta una señal como se describió anteriormente.

60 Otro aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de decodificación de una señal representativa de una secuencia de imágenes tal como se define en la reivindicación independiente 8.

65 La invención permite así encontrar el epítome específico a nivel del decodificador, y predecir la imagen a reconstruir a partir de este epítome. Por lo tanto, propone un nuevo modo de predicción inter-imágenes. Para hacer esto, el procedimiento de decodificación implementa la misma etapa de predicción que para la codificación.

Dicho procedimiento de decodificación es particularmente adecuado para decodificar una secuencia de imágenes codificada según el procedimiento de codificación descrito anteriormente. Por lo tanto, las características y ventajas de este procedimiento de decodificación son las mismas que las del procedimiento de codificación, y no se detallan más ampliamente.

5 En particular, la etapa de obtención implementa una construcción del epítome a partir de un conjunto de al menos dos imágenes de la secuencia. En particular, este conjunto incluye una lista de imágenes de referencia de la imagen a reconstruir. En otros términos, el epítome no se transmite en la señal, lo que permite mejorar la calidad de los datos (que se pueden predecir a partir de un epítome más voluminoso) y la compacidad de los datos transmitidos.

10 Como variante, para la decodificación de al menos una imagen que sigue a la imagen a reconstruir según un orden de decodificación de la secuencia, el procedimiento de decodificación comprende una etapa de actualización del epítome a partir de un epítome complementario transmitido en la señal.

15 En otro modo de realización, la invención se refiere a un dispositivo de decodificación de una señal representativa de una secuencia de imágenes tal como se define en la reivindicación independiente 11.

Dicho decodificador es particularmente adecuado para implementar el procedimiento de decodificación descrito anteriormente. Se trata, por ejemplo, de un decodificador de vídeo de tipo H.264.

20 Por supuesto, este dispositivo de decodificación podrá consta de las diversas características relacionadas con el procedimiento de decodificación según la invención.

25 La invención también se refiere a un programa informático que comprende instrucciones para la implementación de un procedimiento de codificación y/o un procedimiento de decodificación como se describieron anteriormente, cuando este programa es ejecutado por un procesador. Dicho programa puede usar cualquier lenguaje de programación. Se puede descargar desde una red de comunicación y/o grabarse en un soporte legible por ordenador.

30 4. Lista de las figuras

Aparecerán más claramente otras características y ventajas de la invención con la lectura de la descripción siguiente de un modo de realización particular, dado a título de simple ejemplo ilustrativo y no limitativo y de los dibujos adjuntos, entre los cuales:

- 35 - las figuras 1 y 2 presentan las principales etapas implementadas respectivamente en la codificación y en la decodificación según la invención;
- la figura 3 ilustra un modo de realización de un codificador según la figura 1;
- las figuras 4, 5A y 5B presentan ejemplos de construcción de un epítome;
- 40 - las figuras 6 y 7 presentan la estructura simplificada de un codificador y un decodificador según un modo de realización particular de la invención.

5. Descripción de un modo de realización de la invención

45 5.1 Principio general

En lo siguiente, debe entenderse que la expresión "modo de realización" designa un ejemplo que permite ilustrar la invención, a menos que se refiera específicamente a la invención como se define en las reivindicaciones.

50 El principio general de la invención se basa en la utilización de un epítome específico para la predicción de al menos una imagen inter de una secuencia de imágenes. De manera más precisa, dicho epítome se construye a partir de varias imágenes de la secuencia y, por lo tanto, es representativo de una parte de la secuencia. La invención permite así codificar más eficazmente la imagen inter.

55 La figura 1 ilustra las principales etapas implementadas por un codificador según la invención.

Dicho codificador recibe como entrada una secuencia de imágenes I1 a In. Construye (11) entonces, para al menos una imagen actual Ic de la secuencia, un epítome EP representativo de la imagen actual, a partir de un conjunto de al menos dos imágenes de la secuencia. Se considera que la imagen actual y el conjunto de imágenes utilizado para construir el epítome EP pertenecen a una misma subsecuencia de la secuencia, que comprende, por ejemplo, imágenes que pertenecen a un mismo plano (en inglés "shot") o un mismo GOP, o una lista de imágenes de referencia de la imagen actual. El epítome EP está construido para representar mejor esta subsecuencia de imágenes.

65 En el transcurso de una etapa siguiente, el codificador implementa una predicción 12 de tipo inter-imágenes de la imagen actual, a partir del epítome EP. Dicha predicción implementa, por ejemplo, una compensación de movimiento

o una técnica de tipo "Template Matching" aplicada al epítome, y suministra una imagen predicha I_p .

A continuación es posible codificar, en el transcurso de una etapa de codificación 13, el residuo de predicción obtenido por comparación entre la imagen actual I_c y la imagen predicha I_p .

5 La figura 2 ilustra las principales etapas implementadas por un decodificador según la invención.
Dicho decodificador recibe como entrada una señal representativa de una secuencia de imágenes.
10 Implementa una etapa de obtención 21, para al menos una imagen a reconstruir I_r , de un epítome EP representativo de la imagen a reconstruir, y posiblemente de un residuo de predicción asociado a la imagen a reconstruir.

En el transcurso de una etapa siguiente, el decodificador implementa una predicción 22 de tipo inter-imágenes de la imagen a reconstruir, a partir del epítome EP.

15 Entonces es posible reconstruir la imagen I_r , en el transcurso de una etapa de decodificación 23, añadiendo el residuo de predicción a la imagen obtenida como resultado de la etapa de predicción 22.

20 Según un primer modo de realización, el epítome utilizado para la codificación de la imagen actual I_c no se transmite al decodificador. La etapa de obtención 21 implementa entonces una etapa de construcción del epítome a partir de al menos dos imágenes de la secuencia, similar a la implementada por el codificador.

25 Según un segundo modo de realización, el epítome utilizado para la codificación de la imagen actual I_c es transmitido al decodificador. La etapa de obtención 21 implementa entonces una etapa de lectura del epítome en la señal.

5.2 Ejemplo de realización

30 Se describen a continuación en el presente documento, en relación con las figuras 3 a 5B, un ejemplo particular de modo de realización de la invención, en el contexto de un codificador según la norma H.264.

5.2.1 Lado del codificador

35 Se considera un codificador de vídeo que recibe como entrada una secuencia de imágenes I_1 a I_n , así como un nivel de resolución diana, definido en función del tamaño del epítome. En efecto, se recuerda que es posible lograr un compromiso entre la calidad de la reconstrucción y la compacidad en función del tamaño del epítome: cuanto mayor es el epítome mayor será la calidad de codificación. Se observa que el tamaño del epítome corresponde como máximo a la suma de los tamaños de las imágenes del conjunto que sirve para la generación del epítome. Un buen compromiso es elegir como tamaño diana del epítome el tamaño de una imagen de este conjunto. Si, por ejemplo,
40 se utiliza una lista de referencia que comprende ocho imágenes para generar el epítome, se obtiene en este caso un epítome de calidad correcta al tiempo que se obtiene un factor de compactación de ocho.

A) Construcción del epítome

45 Durante la etapa de construcción 11, el codificador construye, para al menos una imagen actual I_c de la secuencia, un epítome EP representativo de la imagen actual, a partir de un conjunto de al menos dos imágenes de la secuencia.

50 El conjunto de imágenes de la secuencia procesadas conjuntamente para construir el epítome se puede elegir antes de la etapa de construcción 11. Se trata, por ejemplo, de imágenes que pertenecen a un mismo plano que la imagen actual.

55 Se considera, por ejemplo, una subsecuencia que comprende las imágenes I_1 a I_5 y la imagen actual I_c . El epítome utilizado para predecir la imagen actual I_c se construye a partir de las imágenes I_1 a I_5 . Para hacer esto, como se ilustra en la figura 4, se determinan los epítomes asociados con cada una de las imágenes I_1 a I_5 , denominados respectivamente EP1 a EP5, utilizando una técnica clásica de construcción de los epítomes, como la técnica de tipo de máxima verosimilitud a posteriori tal como la presentan Q. Wang et al., en el documento "Improving Intra Coding in H.264/AVC by Image Epitome, Advances in Multimedia Information Processing". A continuación se "concatenan" estos diferentes epítomes EP1 a EP5, para construir el epítome "global" EP utilizado para predecir la imagen actual
60 I_c . Dicha técnica de "concatenación" de epítomes se presenta en particular en el documento "Factoring repeated content within and among images", de H. Wang, Y. Wexler, E. Ofek y H. Hoppe, y propone encajar los epítomes EP1 a EP5 para obtener un epítome general EP lo más compacto posible. Según esta técnica, los elementos (conjuntos de píxeles, bloques) comunes a los diferentes epítomes EP1 a EP5 se toman solo una vez en el epítome global EP. De este modo, el epítome global EP presenta un tamaño como máximo igual a la suma de los tamaños de los
65 epítomes EP1 a EP5.

Según una variante, el codificador construye el epítome utilizando un conjunto dinámico, es decir, una lista de imágenes en la que se añaden y/o se retiran imágenes en función del contexto y/o el progreso de la codificación en la secuencia. Por lo tanto, el epítome se calcula progresivamente para cada nueva imagen a codificar perteneciente a un mismo plano, un mismo GOP, etc.

5 Por ejemplo, como se ilustra en las figuras 5A y 5B, el codificador construye el epítome utilizando una lista de imágenes de referencia de la imagen actual I_c en curso de codificación, tal como se define en la norma H.264.

10 A modo de ejemplo, como se ilustra en la figura 5A, cuatro imágenes I_{ref1} a I_{ref4} se encuentran en la lista de imágenes de referencia de la imagen actual I_c . Estas cuatro imágenes se utilizan entonces para generar el epítome EP en el instante t , por ejemplo, utilizando la técnica de concatenación propuesta por H. Wang et al.

15 En el instante $t+1$, como se ilustra en la figura 5B, para la codificación de una imagen de la subsecuencia que sigue a la imagen actual I_c según el orden de codificación, la primera imagen I_{ref} de la lista de imágenes de referencia se retira y se añade una nueva imagen I_{ref5} a la lista de imágenes de referencia. El epítome EP se actualiza entonces a partir de la lista de imágenes de referencia actualizada. De este modo, es posible, según esta variante, refinar el epítome "global" para cada nueva imagen a codificar perteneciente a un mismo plano, un mismo GOP, etc. De este modo, el epítome EP en el instante $t+1$ se genera a partir de las cuatro imágenes I_{ref2} a I_{ref5} , que corresponden a las tres imágenes antiguas de I_{ref2} a I_{ref4} utilizadas para generar el epítome en el instante t y a la nueva imagen I_{ref5} . El epítome calculado sobre la base de la nueva imagen de referencia I_{ref5} , denominado epítome complementario, podrá transmitirse en el instante $t+1$ al decodificador, en lugar del epítome global $EP(t+1)$.

Por supuesto, también son previsibles otras técnicas de construcción del epítome EP a partir de varias imágenes.

25 En particular, la etapa de construcción 11 también puede tener en cuenta la vecindad causal de la imagen actual, además de las imágenes existentes de la subsecuencia, para construir el epítome EP.

Como resultado de esta etapa de construcción 11, se obtiene, por lo tanto, un epítome EP "global" o un epítome complementario EP_c asociado con la imagen actual I_c .

30 *B) Predicción inter a partir del epítome*

Se determina entonces una predicción del tipo inter-imágenes de la imagen actual, denominada I_p , durante la etapa 12, a partir del epítome EP.

35 Dicha predicción, por ejemplo, implementa una compensación de movimiento a partir del epítome. En otros términos, se considera que el epítome EP así construido es una imagen de referencia, y se predice la imagen actual I_c a partir de vectores de movimiento que apuntan desde la imagen actual al epítome EP (compensación hacia atrás) o del epítome a la imagen actual (compensación de movimiento hacia adelante).

40 Como variante, dicha predicción implementa una técnica de tipo "Template Matching" aplicada al epítome. En ese caso, se selecciona la vecindad ("template" o "modelo" diana) de un bloque de la imagen actual. En general, se trata de píxeles que forman una L ("L-Shape") arriba y a la izquierda de este bloque (bloque diana). Esta vecindad se compara con formas equivalentes ("templates" o "modelos" fuente) en el epítome. Si un modelo fuente está cerca del modelo diana (según un criterio de distancia), el bloque correspondiente del modelo fuente se usa como predicción del bloque diana.

C) Codificación y transmisión de la imagen

50 A continuación es posible codificar, en el transcurso de una etapa de codificación 13, el residuo de predicción obtenido por comparación entre la imagen actual I_c y la imagen predicha I_p .

D) Codificación y transmisión del epítome

55 El paso de codificación y transmisión del epítome 14 es opcional.

En efecto, según un primer modo de realización, el epítome EP utilizado para la codificación de la imagen actual I_c no se transmite al decodificador. Sin embargo, este epítome se regenera en el decodificador, sobre la base de las imágenes existentes de la secuencia y posiblemente de la vecindad causal de la imagen actual.

60 Según un segundo modo de realización, el epítome EP, o un epítome complementario EP_c , utilizado para la codificación de la imagen actual I_c se transmite al decodificador. En ese caso, ya no es necesario adjuntar a la imagen en curso de codificación el número de la imagen o de las imágenes que sirven clásicamente como referencia para su predicción (en inglés "reference frame number").

65 *E) Fin del algoritmo de codificación*

Si la imagen actual es la última imagen de la secuencia de imágenes (prueba 15, $I_c = I_n$?), se detiene el algoritmo de codificación.

5 Si no, se pasa a la imagen que sigue a la imagen actual en la secuencia según el orden de codificación (I_{c+1}), y se vuelve a la etapa de construcción 11 del epítome de esta nueva imagen.

10 Se observa que la etapa de predicción 12 podría implementar otro modo de codificación, para al menos una imagen de la secuencia. En efecto, se elige para la predicción el modo de codificación que ofrece un mejor compromiso de velocidad de transferencia/distorsión, entre el conjunto de los modos de codificación existentes y el modo de codificación basado en el uso de un epítome según la invención.

15 En particular, la etapa de predicción 12 puede implementar otro modo de codificación para al menos un bloque de una imagen de la secuencia si la predicción se implementa bloque por bloque.

De este modo, como variante, la etapa de predicción 12 puede estar precedida por una prueba que permita determinar si el modo de reconstrucción por vector de movimiento desde el epítome (denominado M_EPIT) es el mejor para cada bloque a codificar. Si no es ese el caso, la etapa de predicción 12 puede implementar otra técnica de predicción.

20 *5.2.2 Señal representativa de la secuencia de imágenes*

La señal generada por el codificador puede portar diferentes informaciones, dependiendo de si el epítome o un epítome complementario se transmite o no al decodificador, para al menos una imagen de la secuencia.

25 De este modo, por ejemplo, dicha señal comprende al menos un indicador que permite indicar que se utiliza un epítome para predecir una o más imágenes de la secuencia, que un epítome o varios epítomes se transmiten en la señal, que un epítome complementario o más epítomes complementarios se transmiten en la señal, etc.

30 Se observa que los epítomes o epítomes complementarios, que son datos de tipo imagen, pueden codificarse en la señal como imágenes de la secuencia.

5.2.3 Lado del decodificador

35 Las etapas principales implementadas en el decodificador ya se han descrito en relación con la figura 2.

De manera más precisa, el decodificador implementa una etapa de obtención 21, para al menos una imagen a reconstruir I_r , de un epítome EP representativo de la imagen a reconstruir.

40 Según un primer modo de realización, el epítome utilizado para la codificación de la imagen actual I_c no se transmite al decodificador. Por ejemplo, el decodificador lee en la señal representativa de la secuencia de imágenes al menos un indicador que indica que se ha utilizado un epítome para predecir la imagen que a reconstruir, y que este epítome no se transmite en la señal.

45 El decodificador implementa entonces una etapa de construcción del epítome EP a partir de al menos dos imágenes de la secuencia, similar a la implementada por el codificador descrito anteriormente.

50 Como para el codificador, el epítome puede construirse utilizando un conjunto dinámico, es decir, una lista de imágenes en las que se añaden y/o se retiran imágenes en función del contexto y/o del progreso de la decodificación en la secuencia. Por lo tanto, el epítome se calcula progresivamente para cada nueva imagen a reconstruir perteneciente a un mismo plano, un mismo GOP, etc.

55 Por ejemplo, el decodificador construye el epítome utilizando una lista de imágenes de referencia de la imagen en curso de decodificación, tal como se define en la norma H.264.

Según un segundo modo de realización, el epítome utilizado para la codificación de la imagen actual I_c es transmitido al decodificador. Por ejemplo, el decodificador lee en la señal representativa de la secuencia de imágenes al menos un indicador que indica que se ha utilizado un epítome para predecir la imagen a reconstruir, y que este epítome, o un epítome complementario, se transmite en la señal.

60 El decodificador implementa una etapa de lectura del epítome EP o un epítome complementario en la señal.

65 De manera más precisa, se considera que, para la primera imagen a reconstruir de una subsecuencia, se recibe el epítome EP. A continuación, para al menos una imagen a reconstruir que sigue a la primera imagen a reconstruir en la subsecuencia según el orden de decodificación, se recibe un epítome complementario, que permite actualizar el epítome EP.

Una vez que se ha obtenido el epítome, el decodificador implementa una predicción de la imagen a reconstruir. Si la imagen a reconstruir o al menos un bloque de la imagen a reconstruir se ha predicho para codificación a partir del epítome (modo M_EPIT), la etapa de predicción 22 implementa una predicción de tipo inter-imágenes a partir del epítome, similar a la implementada por el codificador descrito anteriormente.

De este modo, dicha predicción implementa, por ejemplo, una compensación de movimiento o una técnica de "Template Matching" a partir del epítome.

Por lo tanto, el decodificador utiliza el epítome como una fuente de predicción alternativa para la estimación de movimiento.

5.3 Estructura del codificador y del decodificador

Se presenta finalmente, en relación con las figuras 6 y 7, la estructura simplificada de un codificador y un decodificador, que implementan respectivamente una técnica de codificación y una técnica de decodificación según una de las realizaciones descritas anteriormente.

Por ejemplo, el codificador comprende una memoria 61 que comprende una memoria intermedia M, una unidad de procesamiento 62, equipada por ejemplo con un procesador P, y controlada por un programa informático Pg 63, que implementa el procedimiento de codificación según la invención.

En la inicialización, las instrucciones del código del programa informático 63 se cargan por ejemplo en una memoria RAM antes de ejecutarse por el procesador de la unidad de procesamiento 62. La unidad de procesamiento 62 recibe como entrada una secuencia de imágenes a codificar. El procesador de la unidad de procesamiento 62 implementa las etapas del procedimiento de codificación descrito anteriormente, según las instrucciones del programa informático 63, para codificar al menos una imagen actual de la secuencia. Para ello, el codificador comprende, además de la memoria 61, medios de construcción de un epítome representativo de la imagen actual, a partir de un conjunto de al menos dos imágenes de la secuencia y medios de predicción inter-imágenes de la imagen actual a partir del epítome. Estos medios son controlados por el procesador de la unidad de procesamiento 62.

El decodificador comprende, a su vez, una memoria 71 que comprende una memoria intermedia M, una unidad de procesamiento 72, equipada por ejemplo con un procesador P, y controlada por un programa informático Pg 73, que implementa el procedimiento de decodificación según la invención.

En la inicialización, las instrucciones del código del programa informático 73 se cargan por ejemplo en una memoria RAM antes de ejecutarse por el procesador de la unidad de procesamiento 72. La unidad de procesamiento 72 recibe como entrada una señal representativa de la secuencia de imágenes. El procesador de la unidad de procesamiento 72 implementa las etapas del procedimiento de decodificación descrito anteriormente, según las instrucciones del programa informático 73, para decodificar y reconstruir al menos una imagen de la secuencia. Para ello, el decodificador comprende, además de la memoria 71, medios de obtención de un epítome representativo de la imagen a reconstruir, y medios de predicción inter-imágenes de la imagen a reconstruir a partir del epítome. Estos medios son controlados por el procesador de la unidad de procesamiento 72.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de codificación de una secuencia de imágenes, que implementa las siguientes etapas, para al menos una imagen actual de dicha secuencia:

- construcción (11) de un epítome representativo de dicha imagen actual, a partir de un conjunto de al menos dos imágenes de dicha secuencia;
 - predicción inter-imágenes (12) de dicha imagen actual de dicho epítome;
- caracterizado por que dicho conjunto de al menos dos imágenes corresponde a una lista de imágenes de referencia de la imagen actual y por que dicho epítome no se transmite a un decodificador.

2. Procedimiento de codificación según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha etapa de construcción (11) también tiene en cuenta la vecindad causal de dicha imagen actual.

3. Procedimiento de codificación según la reivindicación 1, que comprende además, para la codificación de al menos una imagen que sigue a dicha imagen actual según un orden de codificación de dicha secuencia, una etapa de actualización de dicho conjunto de al menos dos imágenes. y de actualización de dicho epítome a partir de dicho conjunto actualizado.

4. Procedimiento de codificación según la reivindicación 3, caracterizado por que comprende una etapa de transmisión de un epítome complementario a al menos un decodificador destinado a decodificar dicha secuencia de imágenes, obteniéndose dicho epítome complementario por comparación de dicho epítome y de dicho epítome actualizado.

5. Procedimiento de codificación según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho epítome tiene un tamaño idéntico al tamaño de dicha imagen actual.

6. Dispositivo de codificación de una secuencia de imágenes, que comprende los siguientes medios, activados para al menos una imagen actual de dicha secuencia:

- medios de construcción (11) de un epítome representativo de dicha imagen actual, a partir de un conjunto de al menos dos imágenes de dicha secuencia;
- medios para de predicción inter-imágenes (12) de dicha imagen actual a partir de dicho epítome;
- caracterizado por que dicho conjunto de al menos dos imágenes corresponde a una lista de imágenes de referencia de la imagen actual y por que dicho epítome no se transmite a un decodificador.

7. Señal representativa de una secuencia de imágenes codificada según el procedimiento de codificación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que dicha señal porta al menos un indicador que indica una utilización de dicho epítome durante la predicción inter-imágenes de dicha imagen actual, no siendo dicho epítome transmitido a un decodificador.

8. Procedimiento de decodificación de una señal representativa de una secuencia de imágenes, que implementa las siguientes etapas, para al menos una imagen a reconstruir:

- construcción (21) de un epítome representativo de dicha imagen a reconstruir, a partir de un conjunto de al menos dos imágenes de dicha secuencia, ;
- predicción inter-imágenes (22) de dicha imagen a reconstruir a partir de dicho epítome;
- caracterizado por que dicho conjunto de al menos dos imágenes corresponde a una lista de imágenes de referencia de la imagen a reconstruir.

9. Procedimiento de decodificación según la reivindicación 8, que comprende además para la decodificación de al menos una imagen que sigue a dicha imagen a reconstruir según un orden de decodificación de dicha secuencia, una etapa de actualización de dicho conjunto de al menos dos imágenes. y de actualización de dicho epítome a partir de dicho conjunto actualizado.

10. Procedimiento de decodificación según la reivindicación 9, caracterizado por que dicha etapa de actualización actualiza dicho epítome a partir de un epítome complementario comprendido en una señal transmitida entre el codificador y el decodificador, obteniéndose dicho epítome complementario por comparación de dicho epítome y de dicho epítome actualizado.

11. Dispositivo de decodificación de una señal representativa de una secuencia de imágenes, que comprende los siguientes medios, activados para al menos una imagen a reconstruir:

- medios de construcción (21) de un epítome representativo de dicha imagen a reconstruir a partir de un conjunto de al menos dos imágenes de dicha secuencia;
- medios de predicción inter-imágenes (22) de dicha imagen a reconstruir a partir de dicho epítome, caracterizado

por que dicho conjunto de al menos dos imágenes corresponde a una lista de imágenes de referencia de la imagen a reconstruir.

5 12. Programa informático que consta de instrucciones para la implementación de un procedimiento de codificación de una secuencia de imágenes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 cuando este programa es ejecutado por un procesador.

10 13. Programa informático que consta de instrucciones para la implementación de un procedimiento de decodificación de una señal representativa de una secuencia de imágenes según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, cuando este programa es ejecutado por un procesador.

14. Soporte de grabación legible por ordenador que comprende un programa informático según una cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13.

15 15. Soporte de grabación que porta una señal según la reivindicación 7.

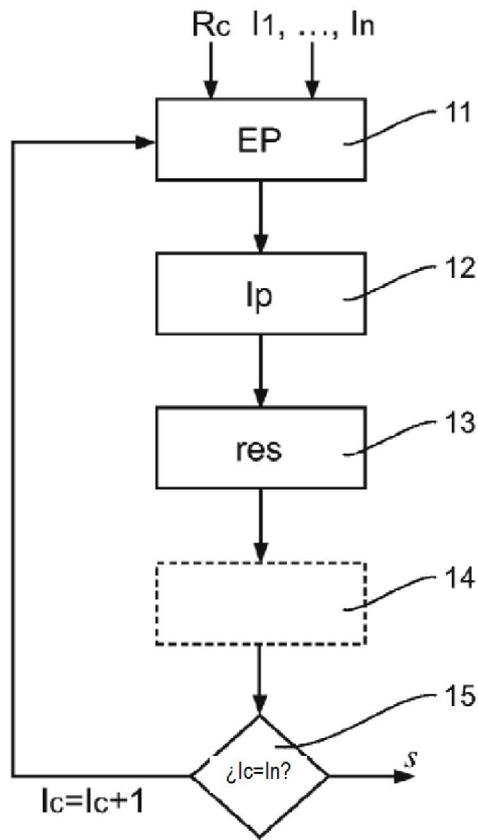
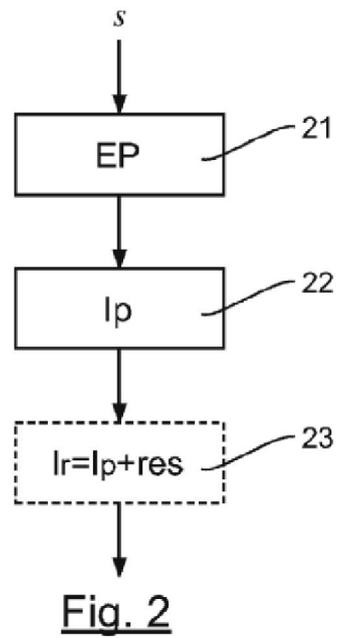
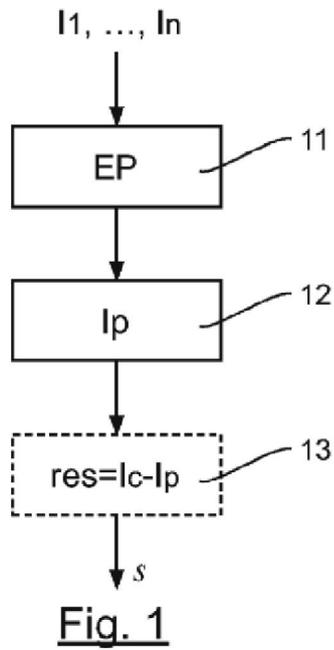


Fig. 3

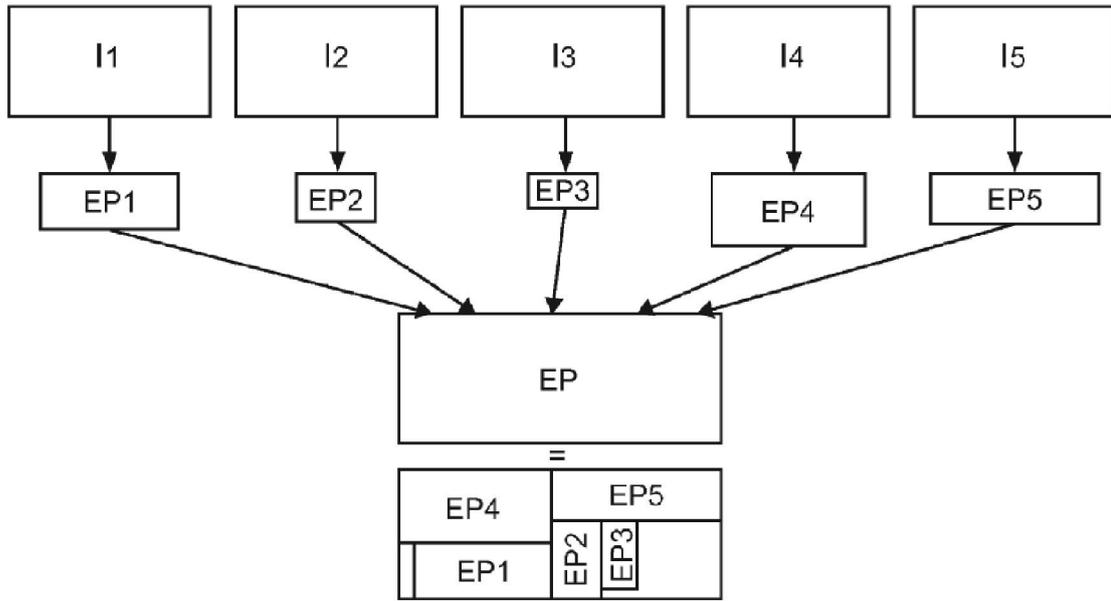


Fig. 4

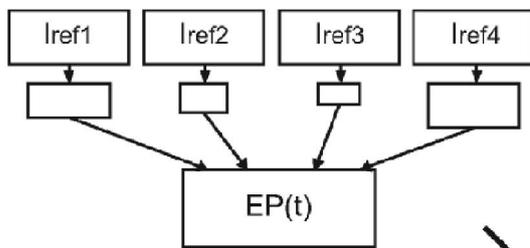


Fig. 5A

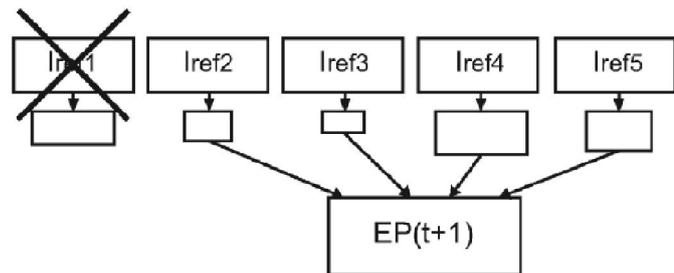


Fig. 5B

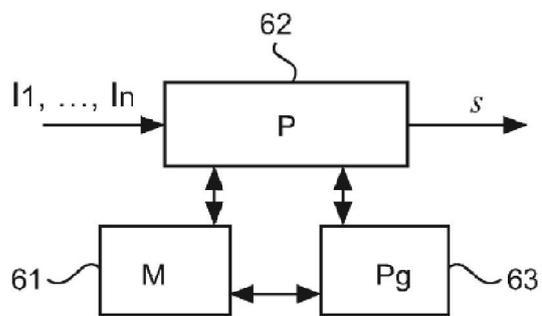


Fig. 6

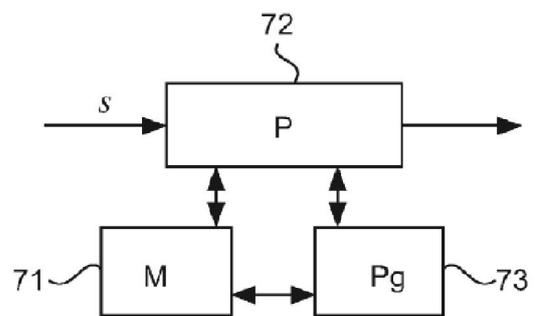


Fig. 7