

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 349**

51 Int. Cl.:

H04N 19/176 (2014.01)
H04N 19/61 (2014.01)
H04N 19/14 (2014.01)
H04N 19/82 (2014.01)
H04N 19/86 (2014.01)
H04N 19/117 (2014.01)
H04N 19/182 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2011 E 15171919 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 2938075**

54 Título: **Filtrado de desbloqueo**

30 Prioridad:

14.01.2011 US 201161432751 P

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

28.05.2019

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**NORKIN, ANDREY;
SJÖBERG, RICKARD y
ANDERSSON, KENNETH**

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 714 349 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

Filtrado de desbloqueo

5 CAMPO TÉCNICO

La presente descripción se refiere a filtrado de desbloqueo para reducir defectos de bloqueo en límites de bloques.

ANTECEDENTES

10 En los estándares de codificación de vídeo se utilizan filtros de desbloqueo para combatir defectos de bloqueo. Los defectos de bloqueo surgen dado que el vídeo original se divide en bloques que se procesan de manera relativamente independiente. Los defectos de bloqueo pueden surgir, por ejemplo, debido a diferentes intra predicciones de los bloques, efectos de cuantificación y desplazamiento de movimiento. A continuación, se describen dos variantes particulares de desbloqueo.

Desbloqueo H.264

20 Existe un filtro de desbloqueo en la codificación de vídeo del estado de la técnica, tal como H.264, también denominado filtro de bucle, después de la predicción y reconstrucción residual, pero antes del almacenamiento de la reconstrucción para su posterior referencia al codificar o decodificar las tramas subsiguientes. El filtrado de desbloqueo consiste en varias etapas, tales como decisiones de filtrado, operaciones de filtrado, una función de recorte y cambios de valores de píxel. La decisión de filtrar el límite o no se toma en base a la evaluación de varias condiciones. Las decisiones de filtrado dependen del tipo de macrobloque (MB), la diferencia del vector de movimiento (MV) entre bloques adyacentes, ya tengan los bloques adyacentes residuos codificados y de la estructura local de los bloques actuales y/o adyacentes.

25 Después, la cantidad de filtrado para un píxel depende, entre otras cosas, de la posición de ese píxel respecto al límite o frontera del bloque y del valor del parámetro de cuantificación (QP) utilizado para la codificación residual.

30 La decisión de filtrado se basa en comparar tres diferencias de píxeles con tres umbrales. Los umbrales se adaptan al parámetro de cuantificación (QP). Por ejemplo, supóngase un límite de bloque vertical de

$$a \ b \ c \ d \ | \ e \ f \ g \ h$$

35 donde a, b c y d indican los valores de píxel de los píxeles de una fila de píxeles en el bloque actual indicando e, f, g y h los valores de píxel correspondientes de los píxeles de una fila de píxeles correspondiente en el bloque adyacente. Si se cumplen las siguientes condiciones, la decisión de filtrado es positiva, por ejemplo, $abs(d-e) < thr1$, $abs(c-d) < thr2$, y $abs(e-f) < thr2$, donde thr1 y thr2 se adaptan en base a QP.

40 Existen dos modos de filtrado en H.264. En el primer modo de filtrado, denominado filtrado normal, el filtrado puede describirse con un valor delta con el cual el filtrado cambia el valor actual. El filtro para los píxeles más cercanos al límite del bloque es $d' = d + \delta$ y $e' = e - \delta$, donde delta se ha recortado a un umbral de $\pm thr3$ a un valor que está restringido por el QP. De este modo, se permite más filtrado para un QP alto que para un QP bajo. El recorte (clipping) puede describirse como $\delta_{clipped} = \max(-thr3, \min(thr3, \delta))$, donde thr3 controla la intensidad del filtro. Un valor mayor de thr3 significa que el filtrado es más fuerte, lo que significa que se producirá un efecto de filtrado de paso bajo más intenso.

45 La intensidad de filtrado puede aumentarse si alguna de las dos condiciones siguientes también se cumple, por ejemplo, $abs(b-d) < thr2$ y $abs(e-g) < thr2$. La intensidad de filtrado se adapta recortando el delta menos, por ejemplo, para permitir más variación.

50 El segundo modo de filtrado, denominado filtrado fuerte, se aplica sólo para límites intra-macrobloques, cuando se cumple la siguiente condición $abs(d-e) < thr1/4$.

55 Para más información sobre el filtrado de desbloqueo en H.264, se hace referencia a List y otros, Adaptive Deblocking Filter, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 13, no. 7 de julio de 2003.

Proyecto de desbloqueo en HEVC

60 En el proyecto de especificaciones HEVC (codificación de vídeo de alta eficiencia) "Modelo de prueba en estudio", documento ITU-T SG16 WP3, JCTVC-B205, Capítulo 6.5 Proceso de filtro en bucle, el filtro de desbloqueo funciona de manera diferente de H.264. El filtrado se realiza si por lo menos uno de los bloques en el lado del límite es intra, o

tiene coeficientes distintos de cero, o la diferencia entre las componentes del vector de movimiento de los bloques es mayor o igual a un píxel entero. Por ejemplo, al filtrar el límite entre los bloques con un límite de bloque vertical de

$$p_{3i} \ p_{2i} \ p_{1i} \ p_{0i} \ | \ q_{0i} \ q_{1i} \ q_{2i} \ q_{3i}$$

5 denotando p_j el valor de píxel del número de píxel j de número de fila i en el bloque actual y denotando q_j el valor de píxel del número de píxel j de número de fila i en el bloque contiguo, $i = 0 \dots 7$, $j = 0 \dots 3$, entonces la siguiente condición también debe cumplirse:

$$10 \quad d = |p_{2i} - 2xp_{1i} + p_{0i}| + |q_{2i} - 2xq_{1i} + q_{0i}| + |p_{2i} - 2xp_{1i} + p_{0i}| + |q_{2i} - 2xq_{1i} + q_{0i}| < \beta$$

donde β depende de QP. En la especificación HEVC mencionada anteriormente, hay una tabla de β , donde β aumenta con QP.

15 Si se cumplen las condiciones y se realiza el filtrado entre el bloque actual y el bloque contiguo, se realiza uno de los dos tipos de filtrado, denominados filtrado fuerte y débil, respectivamente. La elección entre el filtrado fuerte y el débil se realiza por separado para cada línea en función de las siguientes condiciones. Para cada línea $i = 0 \dots 7$, el filtrado fuerte se realiza si se cumplen todas las condiciones siguientes; de lo contrario, se realiza un filtrado débil:

$$20 \quad \begin{aligned} d < (\beta \gg 2) \\ (|p_{3i} - p_{0i}| + |q_{0i} - q_{3i}|) < (\beta \gg 3) \\ |p_{0i} - q_{0i}| < ((5x_{tc} + 1) \gg 1) \end{aligned}$$

25 donde t_c y β dependen de QP y \gg denota un operador de cambio a la derecha.

Filtrado débil en proyecto HEVC

30 El filtrado débil se realiza en base a las condiciones anteriores. El filtrado real funciona calculando un desplazamiento (Δ), sumándolo al valor de píxel original y se recorta la suma a un valor de píxel de salida filtrado en el rango de 0-255:

$$35 \quad \begin{aligned} \Delta &= \text{Clip}(-t_c, t_c, (13x(q_{0i} - p_{0i}) + 4x(q_{1i} - p_{1i}) - 5x(q_{2i} - p_{2i}) + 16) \gg 5)) \\ p_{0i} &= \text{Clip}_{0-255}(p_{0i} + \Delta) \\ q_{0i} &= \text{Clip}_{0-255}(q_{0i} - \Delta) \\ p_{1i} &= \text{Clip}_{0-255}(p_{1i} + \Delta/2) \\ q_{1i} &= \text{Clip}_{0-255}(q_{1i} - \Delta/2) \end{aligned}$$

40 donde la función de recorte $\text{Clip}(A, B, x)$ se define como $\text{Clip}(A, B, x) = A$ si $x < A$, $\text{Clip}(A, B, x) = B$ si $x > B$ y $\text{Clip}(A, B, x) = x$ si $A \leq x \leq B$ y $\text{Clip}_{0-255}(X)$ se define como $\text{Clip}(0, 255, x)$.

Filtrado fuerte en proyecto HEVC

45 El modo de filtrado fuerte se realiza mediante el siguiente conjunto de operaciones:

$$50 \quad \begin{aligned} p_{0i} &= \text{Clip}_{0-255}((p_{2i} + 2xp_{1i} + 2xp_{0i} + 2xq_{0i} + q_{1i} + 4) \gg 3) \\ q_{0i} &= \text{Clip}_{0-255}((p_{1i} + 2xp_{0i} + 2xp_{0i} + 2xq_{1i} + q_{2i} + 4) \gg 3) \\ p_{1i} &= \text{Clip}_{0-255}((p_{2i} + p_{1i} + p_{0i} + q_{0i} + 2) \gg 2) \\ q_{1i} &= \text{Clip}_{0-255}((p_{0i} + q_{0i} + q_{1i} + q_{2i} + 2) \gg 2) \\ p_{2i} &= \text{Clip}_{0-255}((2xp_{3i} + 3xp_{2i} + p_{1i} + p_{0i} + q_{0i} + 4) \gg 3) \\ q_{2i} &= \text{Clip}_{0-255}((p_{0i} + q_{0i} + q_{1i} + 3xq_{2i} + 2xq_{3i} + 4) \gg 3) \end{aligned}$$

55 Un problema con el desbloqueo en HEVC es que el filtro débil no tiene buenas características de paso bajo. Puede apreciarse que el primer y el segundo píxel del límite del bloque se modifican sumando o restando Δ y $\Delta/2$ respectivamente. Dicho filtro no puede eliminar altas frecuencias que pueden aparecer cerca del límite del bloque y no puede eliminarse el zumbido. Además, las características de frecuencia del filtro en HEVC muestran ligeras amplificaciones de frecuencias más altas al filtrar el segundo píxel (p_{1i} y q_{1i}) del límite del bloque, lo que puede dar como resultado un peor rendimiento de distorsión de velocidad (rate-distortion, RD) del codificador. Además, el desplazamiento para el píxel p_{1i} es igual en magnitud al desplazamiento del píxel q_{1i} aunque la estructura de la
60 señal puede ser distinta en diferentes lados del límite del bloque. Por lo tanto, el filtro HEVC no se adapta bien a la estructura local del lado del límite del bloque.

Por lo tanto, existe la necesidad de un filtro de desbloqueo eficiente que pueda utilizarse para reducir defectos de bloqueo en los límites de los bloques y que no tenga los inconvenientes mencionados anteriormente.

SUMARIO

5 Un objetivo general es combatir defectos de bloqueo en los límites de los bloques entre bloques de píxeles en una trama de vídeo.

10 Éste y otros objetivos se cumplen mediante realizaciones tal como se describen aquí. La invención se define en las reivindicaciones adjuntas. Cualquier ejemplo y realización de la descripción que no se encuentre dentro del alcance de las reivindicaciones no forman parte de la invención y se dan únicamente con fines ilustrativos.

15 Un aspecto de las realizaciones define un procedimiento para reducir defectos de bloqueo en un límite de un bloque entre un bloque de píxeles y un bloque de píxeles adyacente en una trama de vídeo. El procedimiento calcula un primer desplazamiento para que esté basado en $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16$, donde p_0 denota un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en una línea de píxeles en el bloque, p_1 denota un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles, q_0 denota un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en una línea de píxeles correspondiente en el bloque adyacente y q_1 denota un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente. La línea de píxeles y la línea de píxeles correspondiente son perpendiculares al límite del bloque. El valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles se modifica sumando el primer desplazamiento al valor de píxel de este píxel para formar un valor de píxel modificado. En consecuencia, el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque, pero en la línea de píxeles correspondiente se modifica restando el primer desplazamiento del valor de píxel de este píxel para formar un valor de píxel modificado.

25 En una realización opcional de este aspecto, el primer desplazamiento se calcula para que sea igual a $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1)+8) \gg 4$, donde \gg denota una operación de cambio a la derecha.

30 En una realización opcional de este aspecto, el procedimiento comprende, además, recortar el primer desplazamiento para que esté dentro de un intervalo de $-t_c$ y t_c estableciendo el primer desplazamiento para que sea igual a $-t_c$ si el primer desplazamiento es menor que $-t_c$ y estableciendo el primer desplazamiento para que sea igual a t_c si el primer desplazamiento es mayor que t_c , donde t_c es un valor umbral que depende de un valor de un parámetro de cuantificación asignado al bloque.

35 En una realización opcional de este aspecto, el procedimiento comprende, además, recortar el valor de píxel modificado del píxel más cercano a dicho límite de bloque en la línea de píxeles para que esté dentro de un intervalo de cero y un valor máximo definido y recortar el valor de píxel modificado del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente que se encuentre dentro de un intervalo de cero y el valor máximo definido. Este recorte opcional se consigue estableciendo el valor de píxel modificado para que sea igual a cero si el valor de píxel modificado es menor que cero y estableciendo el valor de píxel modificado para que sea igual al valor máximo definido si el valor de píxel modificado es mayor que el valor máximo definido.

45 En una realización opcional de este aspecto, el procedimiento comprende, además, calcular un segundo desplazamiento para que esté basado en $(p_2+p_0-2xp_1+2x\Delta)/4$, donde p_2 denota el valor de píxel de un píxel segundo más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles y Δ denota el primer desplazamiento. El procedimiento también comprende, en esta realización opcional, calcular un tercer desplazamiento para que esté basado en $(q_2+q_0-2xq_1-2x\Delta)/4$, donde q_2 denota un valor de píxel de un píxel segundo cercano más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente. El valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles se modifica después sumando el segundo desplazamiento al valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles para formar un valor de píxel modificado. De manera correspondiente, el procedimiento también comprende, en esta realización opcional, modificar el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente sumando el tercer desplazamiento al valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente para formar un valor de píxel modificado.

55 En una realización opcional de este aspecto, el segundo desplazamiento se calcula para que sea igual a $((p_2+p_0+1) \gg 1) - p_1 + \Delta \gg 1$, donde \gg denota una operación de desplazamiento a la derecha y el tercer desplazamiento se calcula para que sea igual a $((q_2+q_0+1) \gg 1) - q_1 - \Delta \gg 1$.

60 En una realización opcional de este aspecto, el procedimiento comprende, además, recortar el segundo desplazamiento dentro de un intervalo de $-t_{c2}$ y t_{c2} y recortar el tercer desplazamiento dentro de un intervalo de $-t_{c2}$ y t_{c2} , donde t_{c2} es un valor umbral que depende de un valor de un parámetro de cuantificación asignado al bloque. Este recorte opcional se consigue configurando el segundo o el tercer desplazamiento para que sea igual a $-t_{c2}$ si el

segundo o el tercer desplazamiento es menor que $-t_{c2}$ y estableciendo el segundo o el tercer desplazamiento para que sea igual a t_{c2} si el segundo o tercer desplazamiento es mayor que t_{c2} .

5 En una realización opcional de este aspecto, el procedimiento comprende, además, recortar el valor de píxel modificado del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles dentro de un intervalo de cero y un valor máximo definido y recortar el valor de píxel modificado del siguiente píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente dentro de un intervalo de cero y el valor máximo definido. Este recorte opcional se consigue estableciendo el valor de píxel modificado para que sea igual a cero si el valor de píxel modificado es menor que cero y estableciendo el valor de píxel modificado para que sea igual al valor máximo definido si el valor de píxel modificado es mayor que el valor máximo definido.

15 En una realización opcional de este aspecto, el procedimiento comprende, además, calcular un cuarto desplazamiento para que esté basado en $(p_3+p_1-2xp_2+2x\Delta_{p_1})/4$, donde p_3 denota un valor de píxel de un píxel tercero más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles y Δ_{p_1} denota el segundo desplazamiento. El procedimiento también comprende, en esta realización opcional, calcular un quinto desplazamiento para que esté basado en $(q_3+q_1-2xq_2+2x\Delta_{q_1})/4$, donde q_3 denota un valor de píxel de un píxel tercero más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente y Δ_{q_1} denota el tercer desplazamiento. El valor de píxel del segundo píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles se modifica sumando el cuarto desplazamiento al valor de píxel del segundo píxel cercano más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles para formar un valor de píxel modificado. El procedimiento también comprende, en esta realización opcional, modificar el valor de píxel del segundo píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente sumando el quinto desplazamiento al valor de píxel del píxel segundo más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente para formar un valor de píxel modificado.

25 En una realización opcional de este aspecto, el cuarto desplazamiento se calcula para que sea igual a $((p_3+p_1+1)>>1)-p_2 + \Delta_{p_1} >> 1$, donde $>>$ denota una operación de desplazamiento a la derecha y el quinto desplazamiento se calcula para que sea igual a $((q_3+q_1+1)>>1)-q_2 + \Delta_{q_1} >> 1$.

30 En una realización opcional de este aspecto, una unidad de filtrado de desbloqueo calcula el primer desplazamiento basado en $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16$. La unidad de filtrado de desbloqueo modifica el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles sumando el primer desplazamiento al valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles para formar un valor de píxel modificado. La unidad de filtrado de desbloqueo también modifica el valor de píxel del píxel más cercano al límite de bloque en la línea de píxeles correspondiente restando el primer desplazamiento del valor de píxel del píxel más cercano al límite de bloque en la línea de píxeles correspondiente para formar una valor de píxel modificado.

35 Otro aspecto de las realizaciones define una unidad de filtrado de desbloqueo para reducir defectos de bloqueo en un límite de bloque entre un bloque de píxeles y un bloque de píxeles adyacente en una trama de vídeo. La unidad de filtrado de desbloqueo comprende un calculador de primer desplazamiento configurado para calcular un primer desplazamiento para basarse en $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16$, donde p_0 denota un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en una línea de píxeles en el bloque, p_1 denota un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles, q_0 denota un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en una línea de píxeles correspondiente en el bloque adyacente y q_1 denota un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente. La línea de píxeles y la línea de píxeles correspondiente son perpendiculares al límite del bloque. La unidad de filtrado de desbloqueo también comprende un modificador del valor de píxel configurado para modificar el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles sumando el primer desplazamiento al valor de píxel de este píxel para formar un valor de píxel modificado. El modificador de valor de píxel también está configurado para modificar el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque, pero en la línea de píxeles correspondiente restando el primer desplazamiento del valor de píxel de este píxel para formar un valor de píxel modificado.

40 En una realización opcional de este aspecto, el primer calculador de desplazamiento está configurado para calcular que el primer desplazamiento sea igual a $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1)+8) >> 4$, donde $>>$ denota una operación de cambio a la derecha.

45 En una realización opcional de este aspecto, la unidad de filtrado de desbloqueo comprende una primera unidad de recorte configurada para recortar el primer desplazamiento dentro de un intervalo de $-t_c$ y t_c estableciendo el primer desplazamiento para que sea igual a $-t_c$ si el primer desplazamiento es menor que $-t_c$ y estableciendo el primer desplazamiento para sea igual a t_c si el primer desplazamiento es mayor que t_c , donde t_c es un valor umbral que depende de un valor de parámetro de cuantificación asignado al bloque.

50 En una realización opcional de este aspecto, la unidad de filtrado de desbloqueo comprende una segunda unidad de recorte configurada para recortar el valor de píxel modificado del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de

5 píxeles dentro de un intervalo de cero y un valor máximo definido, y recortar el valor de píxel modificado del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente dentro de un intervalo de cero y el valor máximo definido. Este recorte opcional por la segunda unidad de recorte opcional se consigue estableciendo el valor del píxel modificado para que sea igual a cero si el valor del píxel modificado es menor que cero y estableciendo el valor del píxel modificado para que sea igual al valor máximo definido si el valor de píxel modificado es mayor que el valor máximo definido.

10 En una realización opcional de este aspecto, la unidad de filtrado de desbloqueo comprende un segundo calculador de desplazamiento configurado para calcular un segundo desplazamiento para que esté basado en $(p_2+p_0-2xp_1+2x\Delta)/4$, donde p_2 denota el valor de píxel de un píxel segundo más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles y Δ denota el primer desplazamiento. La unidad de filtrado de desbloqueo también comprende, en esta realización opcional, un tercer calculador de desplazamiento configurado para calcular un tercer desplazamiento para que esté basado en $(q_2+q_0-2xq_1-2x\Delta)/4$, donde q_2 denota un valor de píxel de un píxel segundo cercano más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente. En esta realización opcional, el modificador de valor de píxel está configurado para modificar el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles sumando el segundo desplazamiento al valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles para formar un valor de píxel modificado, y modificar el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente sumando el tercer desplazamiento al valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente para formar un valor de píxel modificado.

20 En una realización opcional de este aspecto, el segundo calculador de desplazamiento está configurado para calcular el segundo desplazamiento para que sea igual a $((p_2+p_0+1)\gg 1)-p_1+\Delta \gg 1$, donde \gg denota una operación de desplazamiento a la derecha, y el tercer calculador de desplazamiento está configurado para calcular el tercer desplazamiento para que sea igual a $((q_2+q_0+1)\gg 1)-q_1-\Delta \gg 1$.

25 En una realización opcional de este aspecto, la unidad de filtrado de desbloqueo comprende una tercera unidad de recorte configurada para recortar el segundo desplazamiento dentro de un intervalo de $-t_{c2}$ y t_{c2} , y recortar el tercer desplazamiento dentro de un intervalo de $-t_{c2}$ y t_{c2} , donde t_{c2} es un valor umbral que depende de un valor de un parámetro de cuantificación asignado al bloque. Este recorte opcional por la tercera unidad de recorte opcional se consigue configurando el segundo o el tercer desplazamiento para que sea igual a $-t_{c2}$ si el segundo o el tercer desplazamiento es menor que $-t_{c2}$ y estableciendo el segundo o el tercer desplazamiento para que sea igual a t_{c2} si el segundo o tercer desplazamiento es mayor que t_{c2} .

35 En una realización opcional de este aspecto, la unidad de filtrado de desbloqueo comprende una segunda unidad de recorte configurada para recortar el valor de píxel modificado del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles dentro de un intervalo de cero y un valor máximo definido, y recortar el valor de píxel modificado del siguiente píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente dentro de un intervalo de cero y el valor máximo definido. Este recorte opcional por la segunda unidad de recorte opcional se consigue estableciendo el valor del píxel modificado para que sea igual a cero si el valor del píxel modificado es menor que cero y estableciendo el valor del píxel modificado para que sea igual al valor máximo definido si el valor de píxel modificado es mayor que el valor máximo definido.

40 En una realización opcional de este aspecto, la unidad de filtrado de desbloqueo comprende un cuarto calculador de desplazamiento configurado para calcular un cuarto desplazamiento para que esté basado en $(p_3+p_1-2xp_2+2x\Delta_{p1})/4$, donde p_3 denota un valor de píxel de un píxel tercero más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles y Δ_{p1} denota el segundo desplazamiento. La unidad de filtrado de desbloqueo también comprende, en esta realización opcional, un quinto calculador de desplazamiento configurado para calcular un quinto desplazamiento para que esté basado en $(q_3+q_1-2xq_2+2x\Delta_{q1})/4$, en el que q_3 denota un valor de píxel de un píxel tercero más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente y Δ_{q1} denota el tercer desplazamiento. En esta realización opcional, el modificador de valor de píxel está configurado para modificar el valor de píxel del segundo de píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles sumando el cuarto desplazamiento al valor de píxel del segundo de píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles para formar un valor de píxel modificado, y modificar el valor de píxel del píxel segundo más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente sumando el quinto desplazamiento al valor de píxel del segundo píxel cercano más cercano al bloque límite en la línea de píxeles correspondiente para formar un valor de píxel modificado.

45 En una realización opcional de este aspecto, el cuarto calculador de desplazamiento está configurado para calcular el cuarto desplazamiento para que sea igual a $((p_3+p_1+1)\gg 1)-p_2+\Delta_{p1}\gg 1$, donde \gg denota una operación de desplazamiento a la derecha, y el quinto calculador de desplazamiento está configurado para calcular el quinto desplazamiento para que sea igual a $((q_3+q_1+1)\gg 1)-q_2+\Delta_{q1}\gg 1$.

60 Otros aspectos de las realizaciones definen un codificador y un decodificador, respectivamente, que comprenden una unidad de filtrado de desbloqueo tal como se ha definido anteriormente.

Además, un aspecto de las realizaciones define un equipo de usuario que comprende una memoria configurada para tramas de vídeo codificados almacenadas, un decodificador tal como se ha definido anteriormente configurado para decodificar las tramas de vídeo codificadas en tramas de vídeo decodificadas y un reproductor multimedia configurado para hacer que las tramas de vídeo decodificadas se conviertan en datos de vídeo que pueden visualizarse en una pantalla.

Otro aspecto define un dispositivo de red que es un nodo de red o pertenece a mismo en una red de comunicación entre una unidad de emisión y un equipo de usuario receptor. El dispositivo de red comprende un codificador y/o un decodificador tal como se ha definido anteriormente.

Un aspecto adicional de las realizaciones define un programa informático para reducir defectos de bloqueo en un límite de bloque entre un bloque de píxeles y un bloque de píxeles adyacente en una trama de vídeo. El programa informático comprende medios de código que, cuando se ejecutan en un ordenador, hacen que el ordenador calcule un desplazamiento para que esté basado en $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16$, donde p_0 denota un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en una línea de píxeles en el bloque, p_1 denota un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles, q_0 denota un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en una línea de píxeles correspondiente en el bloque adyacente y q_1 denota un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente. La línea de píxeles y la línea de píxeles correspondiente son perpendiculares al límite del bloque. El ordenador también debe modificar el valor de píxel del píxel más cercano al límite de bloque en la línea de píxeles sumando el desplazamiento al valor de píxel de este píxel. Los medios de código provocan, además, que el ordenador modifique el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente restando el desplazamiento del valor de píxel de este píxel.

Todavía otro aspecto de las realizaciones define un producto de programa informático que comprende medios de código legibles por ordenador y un programa informático tal como se ha definido anteriormente almacenado en los medios legibles por ordenador.

Las presentes realizaciones permiten una reducción eficaz de defectos de bloqueo y también tienen buenas características de paso bajo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención, junto con otros objetivos y ventajas de la misma, puede entenderse mejor haciendo referencia a la siguiente descripción junto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para reducir defectos de bloqueo de acuerdo con una realización;

Las figuras 2A y 2B ilustran dos realizaciones de bloques adyacentes y un límite de bloque sobre el cual puede aplicarse un filtrado de desbloqueo;

La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra etapas opcionales adicionales del procedimiento de la figura 1 de acuerdo con una realización;

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra etapas opcionales adicionales del procedimiento de las figuras 1 y 5 de acuerdo con una realización;

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra etapas opcionales adicionales del procedimiento de la figura 1 de acuerdo con otra realización;

La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra etapas opcionales adicionales del procedimiento de la figura 5 de acuerdo con una realización;

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra etapas opcionales adicionales del procedimiento de la figura 5 de acuerdo con otra realización;

La figura 8 es un diagrama de bloques esquemático de una unidad de filtrado de desbloqueo de acuerdo con una realización;

La figura 9 es un diagrama de bloques esquemático de una unidad de filtrado de desbloqueo de acuerdo con otra realización;

La figura 10 es un diagrama de bloques esquemático de una implementación de software de un módulo de filtro de desbloqueo en un ordenador de acuerdo con una realización;

La figura 11 es un diagrama de bloques esquemático de un codificador de acuerdo con una realización;

La figura 12 es un diagrama de bloques esquemático de un decodificador de acuerdo con una realización;

La figura 13 es un diagrama de bloques esquemático de un equipo de usuario de acuerdo con una realización; y

La figura 14 es una vista general esquemática de una parte de una red de comunicación que comprende un dispositivo de red de acuerdo con una realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En todos los dibujos, los mismos números de referencia se utilizan para elementos similares o correspondientes.

5 Las realizaciones, en general, están relacionadas con el filtrado de desbloqueo para combatir defectos de bloqueo en límites de bloque en una trama de vídeo. Las realizaciones utilizan un filtro de desbloqueo que tiene buenas características de frecuencia. El presente filtro de desbloqueo está configurado para no modificar los valores de píxel en un límite de bloque si estos valores de píxel forman una rampa, pero suavizan los valores de píxel si, en su lugar, tienen forma de escalón. Esto implica que el filtro de desbloqueo tenga buenas características de paso bajo y pueda eliminar altas frecuencias que pueden aparecer cerca del límite del bloque.

10 La figura 1 es un diagrama de flujo de un procedimiento para reducir defectos de bloqueo en un límite de bloque entre un bloque de múltiples píxeles y un bloque de múltiples píxeles adyacente en una trama de vídeo de acuerdo con una realización. Tal como es bien conocido en la técnica, una trama de vídeo se divide en bloques de píxeles no superpuestos que se codifican y decodifican de acuerdo con los diversos modos de intra e inter codificación disponibles.

15 En general, una trama de vídeo se divide en macrobloques no superpuestos de 16 x 16 píxeles. Dicho macrobloque puede dividirse, a su vez, en bloques más pequeños de diferentes tamaños, tales como de 4 x 4 u 8 x 8 píxeles. Sin embargo, también podrían ser posibles bloques rectangulares de acuerdo con las realizaciones, tales como, 4 x 8, 8 x 4, 8 x 16 o 16 x 8. Las realizaciones pueden aplicarse a cualquier bloque de píxeles, incluyendo macrobloques o incluso bloques de píxeles más grandes.

20 En el estándar emergente de codificación de vídeo de alta eficiencia (HEVC), se utilizan unidades de codificación (UC), unidades de predicción (UP) y unidades de transformación (UT). Las unidades de predicción se definen dentro de una unidad de codificación y contienen los modos de intra o inter predicción. Las unidades de transformación se definen dentro de una unidad de codificación y el tamaño de transformación más grande es 32 x 32 píxeles y el tamaño más pequeño es 4 x 4 píxeles. El tamaño de la UC actualmente varía de 64 x 64 píxeles (el más grande) a 4 x 4 píxeles (el más pequeño). De esta manera, la UC más grande puede dividirse en UCs más pequeñas dependiendo el "nivel de granularidad" en función de las características locales de la trama. Eso significa que la UC más grande puede dividirse en UCs más pequeñas de diferentes tamaños. Las realizaciones también pueden utilizarse en relación con dichas unidades de codificación, que se considera que quedan englobadas dentro la expresión "bloque de píxeles" tal como se utiliza aquí.

25 Cada píxel del bloque tiene un valor de píxel respectivo. Las tramas de vídeo generalmente tienen valores de color asignados a los píxeles, donde los valores de color se representan en formatos de color definidos. Uno de los formatos de color comunes utiliza una componente de luminancia y dos componentes de crominancia para cada píxel, aunque existen otros formatos, tales como el uso de componentes rojo, verde y azul para cada píxel.

30 Tradicionalmente, el filtrado de componentes de luminancia y el filtrado de componentes de crominancia se realizan por separado, posiblemente empleando diferentes decisiones de filtrado y diferentes filtros de desbloqueo. Sin embargo, es posible que las decisiones de filtrado de luminancia se utilicen en filtrado de croma, como en HEVC. Las realizaciones pueden aplicarse para filtrar la componente de luminancia, filtrar la componente de crominancia o filtrar tanto la componente de luminancia como la componente de crominancia. En una realización particular, las realizaciones se aplican para lograr un filtrado de luminancia o luma. Las decisiones de filtrado, o partes de las decisiones de filtrado para una componente, tal como luma, pueden utilizarse entonces al tomar las decisiones de filtrado para otras componentes, como croma.

35 El filtrado de desbloqueo se realiza sobre un límite, borde o frontera entre bloques adyacentes. Como consecuencia, tales límites pueden ser límites verticales 1, véase figura 2A, entre dos bloques adyacentes 10, 20 presentes lado a lado en la trama de vídeo. Alternativamente, los límites son límites horizontales 1, véase la figura 2B, entre dos bloques adyacentes 10, 20, donde un bloque 10 está colocado sobre el otro bloque 20 en la trama de vídeo. En una realización particular, primero se filtran los límites verticales comenzando desde el límite más a la izquierda y avanzando a través de los límites hacia el lado derecho en su orden geométrico. Después, se filtran los límites horizontales comenzando con el límite en la parte superior y avanzando a través de los límites hacia la parte inferior en su orden geométrico. Sin embargo, las realizaciones no están limitadas a este orden de filtrado particular y pueden aplicarse realmente a cualquier orden de filtrado predefinido. En una realización particular, los límites en el borde de la trama de vídeo preferiblemente no se filtran y, por lo tanto, se excluyen del filtrado de desbloqueo.

40 El procedimiento de esta realización comienza en la etapa S1, donde se calcula un primer desplazamiento o delta para una línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17 en el bloque 10. Según las realizaciones, este primer desplazamiento se calcula en base a $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16$, donde p_0 denota el valor de píxel del píxel 11 más cercano al límite del bloque 1 en la línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17 en el bloque 10, p_1 denota el valor de píxel del píxel 13 más

cercano al límite del bloque 1 en la línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17, q_0 denota el valor de píxel del píxel 21 más cercano al límite del bloque 1 en una línea correspondiente u opuesta 22 de píxeles 21, 23, 25, 27 en un bloque adyacente 20 y q_1 indica el valor de píxel del píxel 23 más cercano al límite del bloque 1 en la línea correspondiente 22 de píxeles 21, 23, 25, 27.

5 La línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17 en el bloque 10 y la línea correspondiente 22 de píxeles 21, 23, 25, 27 en el bloque adyacente 20 pertenecen a la misma línea de píxeles horizontal, es decir, fila de píxeles, que se extienden sobre un límite vertical 1, véase la figura 2A, o pertenece a la misma línea de píxeles vertical, es decir, columna de píxeles, que se extiende sobre un límite horizontal 1, véase la figura 2B. Por lo tanto, la línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17 y la línea 22 de píxeles 21, 23, 25, 27 correspondiente son perpendiculares al límite del bloque 1 entre el bloque 10 y el bloque adyacente 20. Además, la línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17 en el bloque 10 y la línea 22 de píxeles 21, 23, 25, 27 correspondiente en el bloque adyacente 20 tienen el mismo número de línea. Por ejemplo, si el bloque 10 y el bloque adyacente 20 comprenden cada uno N filas o columnas de píxeles, tal como ocho, con números de fila o columna $i = 0 \dots N-1$, entonces la línea 10 de píxeles 11, 13, 15, 17 tiene el número de línea i en el bloque 10 y la línea 20 de píxeles 21, 23, 25, 27 correspondiente también tiene el número de línea i , pero en el bloque adyacente 20. Por lo tanto, la línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17 en el bloque y la línea 22 de píxeles 21, 23, 25, 27 correspondiente en el bloque adyacente 20 son líneas opuestas respecto al límite del bloque 1.

20 Según las realizaciones, la "línea de píxeles" y la "línea de píxeles correspondiente" se emplean para denotar una "fila de píxeles" y una "fila de píxeles correspondiente" en el caso de un límite de bloque vertical como en la figura 2A y denotar una "columna de píxeles" y una "columna de píxeles correspondiente" en el caso de un límite de bloque horizontal como en la figura 2B.

25 La siguiente etapa S2 modifica el valor de píxel del píxel 11 más cercano al límite de bloque 1 en la línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17 sumando el primer desplazamiento calculado en la etapa S1 al valor de píxel de este píxel 11 para formar un valor de píxel modificado p_0' . Por lo tanto, el valor de píxel modificado p_0' para este píxel 11 es $p_0' = p_0 + \Delta$, donde Δ denota el primer desplazamiento desde la etapa S1. En consecuencia, el valor de píxel del píxel 21 más cercano al límite del bloque 1, pero en la línea correspondiente 22 de píxeles 21, 23, 25, 27 en el bloque adyacente 20 se modifica en la etapa S3 restando el primer desplazamiento del valor de píxel de este píxel 21 para formar un valor de píxel modificado q_0' . El valor de píxel modificado q_0' se calcula, por lo tanto, como $q_0' = q_0 - \Delta$.

35 La modificación del valor de píxel para el píxel 11 más cercano al límite del bloque 1 en la línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17 en el bloque 10 en la etapa S2 y la modificación del valor de píxel para el píxel 21 más cercano al límite del bloque 1 en la línea correspondiente 22 de píxeles 21, 23, 25, 27 en el bloque adyacente 20 en la etapa S3 puede realizarse en serie tal como se ilustra en la figura 1 o en serie pero en orden opuesto, es decir, la etapa S3 antes de la etapa S2. Alternativamente, las dos etapas S2 y S3 pueden realizarse por lo menos parcialmente en paralelo.

40 El procedimiento ilustrado en la figura 1 y que incluye las etapas S1 a S3 reduce defectos de bloqueo en el límite del bloque 1 procesando píxeles en una línea 11 de píxeles 11, 13, 15, 17 en el bloque y también en la línea correspondiente 22 de píxeles 21, 23, 25, 27 en el bloque adyacente 20. Esta modificación de píxel puede realizarse para una de las líneas (horizontales o verticales) 12 en el bloque 10 o para múltiples, es decir, por lo menos dos líneas 12 en el bloque 10, posiblemente para todas las líneas (horizontales o verticales) 12 en el bloque 10. Esto se ilustra esquemáticamente mediante la línea L1.

45 En general, y tal como se ya explicado anteriormente, el filtrado de desbloqueo implica decisiones de filtrado que determinan si un filtro de desbloqueo se aplicará sobre un límite de bloque horizontal o vertical para un bloque. Si tal decisión es positiva, el filtro de desbloqueo posiblemente se aplica a todas las columnas (líneas verticales) o filas (líneas horizontales) del bloque. Alternativamente, se toman decisiones de filtrado adicionales para cada columna o fila para decidir si debe aplicarse o no el filtro de desbloqueo y/o qué tipo de filtro de desbloqueo debe utilizarse para esa columna o fila en particular. Por lo tanto, el procedimiento tal como se ilustra en la figura 1 podría aplicarse a una columna, a una fila, a varias columnas, a varias filas o a ambas para por lo menos una columna y por lo menos una fila en un bloque de píxeles en la trama de vídeo. Se anticipa asimismo que el filtrado de desbloqueo no necesariamente tiene que aplicarse a todos los bloques en la trama de vídeo. A diferencia, dicho filtrado de desbloqueo se aplica preferiblemente sólo a los bloques y sobre límites de bloque donde hay defectos de bloqueo según se determina por una o más decisiones de filtro.

El filtrado de desbloqueo se describirá ahora más detalladamente aquí en relación con varias realizaciones de implementación.

60 El recorte del primer desplazamiento puede realizarse en una realización para restringir así el valor del primer desplazamiento para que esté dentro de un intervalo de $-t_c$ y t_c . El valor umbral t_c depende preferiblemente de un valor de un parámetro de cuantificación (QP) asignado al bloque. En tal caso, podría utilizarse una tabla de valores

umbral diferentes para valores QP diferentes. La tabla 1 que se muestra a continuación es un ejemplo de dicha tabla.

Tabla 1 valores $-t_c$ para diferentes valores QP

5

QP	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
t_c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
QP	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
t_c	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
QP	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
t_c	5	5	6	6	7	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	

Las presentes realizaciones, sin embargo, no se limitan a la relación particular entre t_c y QP tal como se muestra en la Tabla 1 sino que, en su lugar, podría determinarse el valor t_c para el bloque en base al valor QP para el bloque de alguna otra manera.

10

La figura 3 ilustra esta acción de recorte. El procedimiento continúa después desde la etapa S1 de la figura 1. La siguiente etapa S10 investiga si el primer desplazamiento se encuentra dentro del intervalo $-t_c$ y t_c , es decir, si $-t_c \leq \Delta \leq t_c$. En tal caso, el procedimiento continúa en la etapa S2 de la figura 1 y no se requiere ninguna modificación del primer desplazamiento. Sin embargo, si el primer desplazamiento no se encuentra dentro del intervalo determinado en la etapa S10, el procedimiento continúa en la etapa S11, donde el primer desplazamiento se recorta para que tenga un valor dentro del intervalo. Por lo tanto, si $\Delta < -t_c$ el primer desplazamiento se establece para que tenga un valor de $-t_c$ en la etapa S11. De manera correspondiente, si $\Delta > t_c$ entonces el primer desplazamiento se establece para que tenga un valor de t_c en la etapa S11. El procedimiento continúa después con la etapa S2 de la figura 2.

15

20

De manera correspondiente, los valores de píxel modificados calculados en las etapas S2 y S3 de la figura 1 podrían recortarse para que se encuentren dentro de un intervalo permitido. Esto se ilustra esquemáticamente mediante el diagrama de flujo de la figura 4. El procedimiento continúa después desde la etapa S2 o S3 en la figura 1 y la siguiente etapa S20 investiga si el valor de píxel modificado, es decir, p_0' o q_0' , se encuentra dentro de un intervalo permitido de 0 y M. El parámetro M denota un valor máximo definido que pueden adoptar los valores de píxel modificados. En una realización particular, este valor máximo se define en función del número de bits que se utilizan en los valores de píxel. Por lo tanto, supóngase que los valores de píxel son en forma de valor m-bit, entonces M es preferiblemente igual a $2^m - 1$. Por ejemplo, si cada valor de píxel es un valor de 8 bits, es decir, $m = 8$, entonces $M = 255$. La etapa S20, por lo tanto, investiga si $0 \leq p_0' \leq M$ o $0 \leq q_0' \leq M$. Si el valor de píxel modificado está dentro del intervalo $[0, M]$, el procedimiento continúa a la etapa S3 de la figura 1 o finaliza. Sin embargo, si el valor de píxel modificado está fuera del intervalo, se recorta en la etapa S21 para que tenga un valor dentro del intervalo. En otras palabras, si $p_0' < 0$ o $q_0' < 0$, el valor de píxel modificado se establece en la etapa S21 que es $p_0' = 0$ o $q_0' = 0$. De manera correspondiente, si $p_0' > M$ o $q_0' > M$ entonces la etapa S21 establece el valor de píxel modificado como $p_0' = M$ o $q_0' = M$.

25

30

35

La etapa S1 de la figura 1 calcula el primer desplazamiento para que esté basado en $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16$. En una realización particular, el primer desplazamiento se calcula en la etapa S1 para que sea igual a $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16$. En una realización, los valores de píxel se actualizan, por lo tanto, a través del filtro de desbloqueo propuesto mediante el uso de los siguientes cálculos:

40

$$\Delta = (9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16$$

$$p_0' = p_0 + \Delta$$

$$q_0' = q_0 - \Delta$$

45

También puede utilizarse el recorte del primer desplazamiento y/o los valores de píxel modificados tal como se ilustra en las figuras 3 y 4.

50

En una realización alternativa, el desplazamiento se calcula como una función de $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16$. Dicha función podría definirse de modo que el cálculo del primer desplazamiento se realice de manera eficiente en hardware. En tal caso, generalmente se prefiere no tener ninguna división y/o definir la función para que el primer desplazamiento sea un valor entero. En una realización, se utiliza $(X+8) \gg 4$ como una expresión de enteros de $X/16$, donde \gg denota una operación de desplazamiento a la derecha. Por lo tanto, en una realización particular, la etapa S1 calcula que el primer desplazamiento se basa en, y preferiblemente igual a, $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1)+8) \gg 4$.

55

En esta realización, los valores de píxel se actualizan, por lo tanto, a través del filtro de desbloqueo propuesto mediante el uso de los siguientes cálculos

$$\Delta = (9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1)+8) \gg 4$$

$$p0' = p0 + \Delta$$

$$q0' = q0 - \Delta$$

o si se utiliza recorte:

$$\Delta = \text{Clip3}(-t_c, t_c, (9x(q_0 - p_0) - 3x(q_1 - p_1) + 8) \gg 4)$$

$$p0' = \text{Clip}(p0 + \Delta)$$

$$q0' = \text{Clip}(q0 - \Delta)$$

donde $\text{Clip3}(A, B, x)$ se define como $\text{Clip3}(A, B, x) = A$ si $x < A$, $\text{Clip3}(A, B, x) = B$ si $x > B$ y $\text{Clip3}(A, B, x) = x$ si $A \leq x \leq B$ y $\text{Clip}(x)$ se define como $\text{Clip}(0, M, x)$.

En realizaciones alternativas, se utilizan otras implementaciones, tales como representaciones de enteros de $(9x(q_0 - p_0) - 3x(q_1 - p_1)) / 16$ y preferiblemente dichas representaciones de enteros que se implementan de manera eficiente en hardware.

Las realizaciones descritas anteriormente definen un filtro de desbloqueo que genera un primer desplazamiento para los píxeles más cercanos al límite del bloque con una fórmula que da aproximadamente cero, preferiblemente exactamente cero, cuando se aplica a una rampa de valores de píxel y que da un valor de desplazamiento que suaviza un escalón en los valores de píxel cuando se aplica a un escalón de valores de píxel. Por ejemplo, una rampa puede describirse como un aumento o disminución lineal de valores de píxel, por ejemplo, 10, 20, 30, 40. Al calcular el primer desplazamiento para estos valores de píxel, es decir, $p_1 = 10$, $p_0 = 20$, $q_0 = 30$, $q_1 = 40$, el primer desplazamiento será cero. En la misma medida, un escalón puede describirse como un aumento o disminución progresivo en valores de píxel, por ejemplo, 10, 10, 20, 20. Al calcular el primer desplazamiento para estos valores de píxel, es decir, $p_1 = 10$, $p_0 = 10$, $q_0 = 20$, $q_1 = 20$, el primer desplazamiento será 3,75 si $\Delta = (9x(q_0 - p_0) - 3x(q_1 - p_1)) / 16$ o 4 si $\Delta = (9x(q_0 - p_0) - 3x(q_1 - p_1) + 8) \gg 4$. Los valores de píxel modificados serán entonces 10, 13,75, 16,25, 30 o 10, 14, 16, 20 y, por lo tanto, se obtiene un suavizado del escalón. El primer desplazamiento también es cero para una línea plana, es decir, si los valores de píxel son iguales, $p_0 = p_1 = q_0 = q_1$.

En una realización particular, también pueden modificarse los valores de píxel de los píxeles más cercanos al límite del bloque. Esto se describe adicionalmente aquí con referencia a las figuras 2A, 2B y 5. El procedimiento continúa después desde la etapa S3 de la figura 1 o desde la etapa S2 o incluso la etapa S1. Una etapa siguiente S30 calcula un segundo desplazamiento en base a $(p_2 + p_0 - 2x p_1 + 2x \Delta) / 4$, donde p_2 indica el valor de píxel del píxel 15 segundo más cercano al límite del bloque 1 en la línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17 en el bloque 10. La siguiente etapa S31 calcula un tercer desplazamiento para que esté basado en $(q_2 + q_0 - 2x q_1 - 2x \Delta) / 4$, donde q_2 denota el valor de píxel del píxel 25 segundo más cercano al límite del bloque 1 en la línea correspondiente 22 de píxeles 21, 23, 25, 27 en el bloque adyacente 20. Las etapas S30 y S31 pueden realizarse secuencialmente en cualquier orden o por lo menos parcialmente en paralelo.

El segundo desplazamiento calculado en la etapa S30 se utiliza en la etapa S32 para modificar el valor de píxel del píxel 13 más cercano al límite de bloque 1 en la línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17. En una realización, el segundo desplazamiento se suma al valor de píxel de este píxel 13 para obtener un valor de píxel modificado. En consecuencia, la etapa S33 modifica el valor de píxel del píxel 23 más cercano al límite de bloque 1 en la línea correspondiente 22 de píxeles 21, 23, 25, 27 sumando el tercer desplazamiento al valor de píxel de este píxel 23 para formar un valor de píxel modificado. Las etapas S32 y S33 pueden realizarse en cualquier orden secuencial o por lo menos parcialmente en paralelo.

El filtro de desbloqueo propuesto es, en esta realización, un filtro de paso bajo en todas las posiciones del filtro p_0 , p_1 , q_0 , q_1 . Cuando se aplica a una señal de rampa, el filtro de desbloqueo no lo modificará, dado que Δ , Δ_p , Δ_q serán todos iguales a cero, donde Δ_p denota el segundo desplazamiento y Δ_q denota el tercer desplazamiento. Cuando se aplica a una señal en escalón, es decir, un defecto de desbloqueo, el filtro de desbloqueo la suavizará, es decir, reducirá el defecto de bloqueo. En claro contraste con el filtro HEVC actual, el filtro de desbloqueo propuesto suavizará y, por lo tanto, atenuará pequeñas ondulaciones en los lados del límite del bloque.

En la realización descrita anteriormente, los filtros para los coeficientes que se encuentran en la segunda posición desde el límite del bloque (p_1 , q_1) se producen utilizando una combinación del primer desplazamiento y un filtro de paso bajo simétrico. Una ventaja de esta realización es que los desplazamientos para los píxeles segundos más cercanos al límite del bloque pueden tener diferentes valores que permiten una mejor adaptación local.

Al igual que en el primer desplazamiento, el segundo y el tercer desplazamiento pueden recortarse para que se encuentren dentro de un intervalo de: $-t_{c2}$ y t_{c2} , donde el valor umbral t_{c2} se determina en función del valor QP asignado al bloque.

En una realización particular, el valor umbral t_{c2} se determina en función del valor umbral t_c utilizado para recortar el primer desplazamiento en la figura 3. Por ejemplo,

$$t_{c2} = \frac{t_c}{2}$$

5

o con una implementación de hardware adaptada $t_{c2} = t_c \gg 1$.

La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra tal recorte del segundo y el tercer desplazamiento. El procedimiento continúa desde la etapa S30 o S31 de la figura 5. Una siguiente etapa S40 investiga si el segundo o tercer desplazamiento se encuentra dentro del intervalo de: $-t_{c2}$ y t_{c2} . Si esto es cierto, el procedimiento continúa en la etapa S32 o S33 de la figura 5. Sin embargo, si el segundo o tercer desplazamiento es menor que $-t_{c2}$ o más grande que t_{c2} el procedimiento continúa en la etapa S41. Esta etapa S41 recorta el segundo o el tercer desplazamiento que es $-t_{c2}$ si $\Delta_p, q < -t_{c2}$ o establece el segundo o el tercer desplazamiento a t_{c2} si $\Delta_p, q > t_{c2}$.

10

15

Los valores de píxel modificados de los píxeles más cercanos al límite del bloque se recortan preferiblemente para que se encuentren dentro del intervalo de 0 y M en similitud con los valores de píxel modificados para los píxeles más cercanos al límite del bloque. Por lo tanto, las etapas del procedimiento de la figura 4 pueden aplicarse también a estos píxeles para forzar que los valores de los píxeles se encuentren dentro de $[0, M]$.

20

En una realización, los valores de píxel modificados de los píxeles 13, 23 más cercanos al límite de bloque 1 se calculan como:

$$\Delta_p = (p_2 + p_0 - 2xp_1 + 2x\Delta)/4$$

$$p_1' = p_1 + \Delta_p$$

25

$$\Delta_q = (q_2 + q_0 - 2xq_1 + 2x\Delta)/4$$

$$q_1' = q_1 - \Delta_q$$

Opcionalmente, se utiliza recorte del segundo y el tercer desplazamiento y/o los valores de píxel modificados tal como se ha descrito anteriormente.

30

En una realización alternativa, los cálculos de los desplazamientos podrían realizarse para que sean independientes entre sí.

35

$$\Delta = (9x(q_0 - p_0) - 3x(q_1 - p_1) + 8) \gg 4$$

$$p_0' = p_0 + \Delta$$

$$q_0' = q_0 + \Delta$$

$$\Delta_p = (p_0 + p_2 - 2xp_1)/4$$

$$p_1' = p_1 + \Delta_p + \Delta/2$$

$$\Delta_q = (q_0 + q_2 - 2xq_1)/4$$

40

$$q_1' = q_1 + \Delta_q - \Delta/2$$

Matemáticamente, esto es equivalente a la realización descrita anteriormente. También puede realizarse un recorte opcional para esta realización.

45

En una realización alternativa, el segundo y el tercer desplazamiento se calculan en base, tal como una función, a $(p_2 + p_0 - 2xp_1 + 2x\Delta)/4$ y $(q_2 + q_0 - 2xq_1 - 2x\Delta)/4$, respectivamente. Por ejemplo, tal función podría adaptarse para una implementación de hardware y/o ser una representación de enteros de $(p_2 + p_0 - 2xp_1 + 2x\Delta)/4$ y $(q_2 + q_0 - 2xq_1 - 2x\Delta)/4$. Un ejemplo particular de tal implementación de hardware que da valores enteros es calcular el segundo desplazamiento en base a, preferiblemente igual a, $((p_2 + p_0 + 1) \gg 1) - p_1 + \Delta \gg 1$. De manera correspondiente, el tercer desplazamiento se calcula preferiblemente para que esté basado en, preferiblemente igual a, $((q_2 + q_0 + 1) \gg 1) - q_1 - \Delta \gg 1$.

50

En tal caso, los valores de píxel modificados se calculan como:

55

$$\Delta_p = (((p_2 + p_0 + 1) \gg 1) - p_1 + \Delta) \gg 1$$

$$p_1' = p_1 + \Delta_p$$

$$\Delta_q = (((q_2 + q_0 + 1) \gg 1) - q_1 - \Delta) \gg 1$$

$$q_1' = q_1 + \Delta_q$$

60

o si se utiliza recorte:

$$\Delta_p = \text{Clip3}(-t_{c2}, t_{c2}, (((p_2 + p_0 + 1) \gg 1) - p_1 + \Delta) \gg 1)$$

$$p1' = Clip(p1 + \Delta_p)$$

$$\Delta_q = Clip3(-t_{c2}, t_{c2}, (((q2+q0+1)>>1)-q1-\Delta)>>1)$$

$$q1' = Clip(q1 + \Delta_q)$$

5 Una realización alternativa para calcular el segundo y el tercer desplazamiento, que está adaptada para implementación de hardware, es:

$$\Delta_p = Clip3(-t_{c2}, t_{c2}, ((p2+p0-((p1-\Delta)<<1)+2)>>2))$$

$$\Delta_q = Clip3(-t_{c2}, t_{c2}, ((q2+a0-((q1+\Delta)<<1)+2)>>2))$$

10 donde << denota una operación de desplazamiento a la izquierda.

Una realización alternativa adicional para calcular el segundo y el tercer desplazamiento, que está adaptada para implementación del hardware, es:

$$\Delta_p = Clip3(-t_{c2}, t_{c2}, (((((p2+p0+1)>>1)-p1+\Delta+1)>>1))$$

$$\Delta_q = Clip3(-t_{c2}, t_{c2}, (((((q2+q0+1)>>1)-q1-\Delta+1)>>1))$$

20 En otra realización, puede utilizarse un filtro de paso bajo más fuerte en combinación con el primer desplazamiento. En este caso, el segundo desplazamiento se calcula en base a, tal como igual a, $(p2+p0-2xp1+\Delta)/2$ o, en una implementación adaptada a hardware, basada en, preferiblemente igual a, $((p2+p0+1+\Delta)>>1)-p1$ o alternativamente $((p2+p0+\Delta-(p1<<1+1)>>1)$. El tercer desplazamiento podría calcularse en base a, tal como igual a, $(q2+q0-2xq1-\Delta)/2$ o, en una implementación adaptada a hardware, en base a, preferiblemente igual a, $((q2+q0+1-\Delta)>>1)-q1$ o alternativamente $((q2+q0-\Delta-(q1<<1)+1)>>1)$.

25 Una realización particular calcula el primer, el segundo y el tercer desplazamiento para una línea de píxeles en el bloque para modificar así los valores de píxel tanto de los píxeles más cercanos al límite del bloque como de los píxeles más cercanos al límite del bloque.

30 En una realización alternativa, primero se decide si se calcula el segundo y el tercer desplazamiento y, por lo tanto, si se modifican los valores de píxel de los píxeles más cercanos al límite del bloque además de modificar los valores de píxel de los píxeles más cercanos al límite del bloque.

35 Al igual que las realizaciones descritas tal como se ha indicado anteriormente para el cálculo del segundo y el tercer desplazamiento para modificar los valores de píxel de los píxeles más cercanos al límite del bloque, el cuarto y el quinto desplazamiento pueden calcularse para modificar los valores de píxel de los píxeles más cercanos al límite del bloque.

40 La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra tal realización. El procedimiento continúa desde la etapa S33 de la figura 5. Una siguiente etapa S50 calcula un cuarto desplazamiento en base a $(p3+p1-2xp2+ 2x\Delta_{p1})/4$, donde $p3$ denota el valor de píxel del píxel 17 tercero más cercano al límite del bloque 1 en la línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17 en el bloque 10 y Δ_{p1} denota el segundo desplazamiento. La etapa S51 calcula de manera correspondiente un quinto desplazamiento en base a $(q3+q1-2xq2+ 2x\Delta_{q1})/4$, donde $q3$ denota el valor de píxel del píxel 27 tercero más cercano al límite del bloque 1 en la línea correspondiente 22 de píxeles 21, 23, 25, 27 en el bloque adyacente 20 y Δ_{q1} denota el tercer desplazamiento. Las etapas S50 y S51 pueden realizarse secuencialmente en cualquier orden o por lo menos parcialmente en paralelo.

50 El cuarto y quinto desplazamiento, en una realización alternativa, pueden calcularse en base a $(p3+p1-2xp2+ \Delta_{p1})/2$ y $(q3+q1-2xq2+ \Delta_{q1})/2$ respectivamente, o alternativamente $(p3+p1-2xp2+2x\Delta_{p1})/4$ y $(q3+q1-2xq2+ 2x\Delta_{p2})/4$.

55 Las siguientes dos etapas modifican los valores de los píxeles en función del cuarto y el quinto desplazamiento. Por lo tanto, la etapa S52 modifica el valor de píxel del píxel 15 segundo más cercano al límite del bloque 1 en la línea 12 de píxeles 11, 13, 15, 17 en el bloque 10 sumando el cuarto desplazamiento al valor de píxel de este píxel 15 para formar un valor de píxel modificado. La etapa S53 modifica de manera correspondiente el valor de píxel del píxel 25 segundo más cercano al límite del bloque 1 en la línea 22 correspondiente de píxeles 21, 23, 25, 27 en el bloque adyacente 20 sumando el quinto desplazamiento al valor de píxel de este píxel 25 para formar un valor de píxel modificado. Las etapas S52 y S53 pueden realizarse secuencialmente en cualquier orden o por lo menos parcialmente en paralelo.

60 Este concepto también puede generalizarse para los filtros modificando más de tres píxeles desde el límite del bloque. Por ejemplo, el cuarto píxel 17, 27 del límite del bloque 1 puede obtenerse utilizando una combinación de los desplazamientos para los terceros píxeles 15, 25 (o el desplazamiento de los segundos píxeles 13, 23 o el

desplazamiento de los primeros píxeles 11, 21) y un filtro de paso bajo simétrico. Incluso también son posibles filtros más largos.

5 Al igual que en las realizaciones anteriores, el cuarto y quinto desplazamiento también pueden recortarse. En tal caso, podría utilizarse el mismo intervalo que para el segundo y el tercer desplazamiento o la mitad de ese intervalo. En una realización alternativa, el intervalo de recorte es $-t_{c3}$ a t_{c3} , donde el valor umbral t_{c3} se determina en función del valor QP asociado al bloque. Además, los valores de píxel modificados de los píxeles segundos más cercanos al límite del bloque pueden recortarse para que se encuentren dentro del intervalo de 0 y M tal como se describe en la figura 4.

10 En una realización particular, la modificación de estos valores de píxel se realiza de acuerdo con lo siguiente:

$$\Delta_{p2} = (p3+p1-2xp2+2x\Delta_{p1})/4$$

$$p2' = p2 + \Delta_{p2}$$

15 $\Delta_{q2} = (q3+q1-2xq2+2x\Delta_{q1})/4$

$$q2' = q2 + \Delta_{q2}$$

donde Δ_{p2} , Δ_{q2} denotan el cuarto y el quinto desplazamiento, respectivamente. Opcionalmente, el recorte puede realizarse tal como se ha descrito anteriormente.

20 Puede utilizarse una representación de $(p3+p1-2xp2+ 2x\Delta_{p1})/4$ y $(q3+q1-2xq2+ 2x\Delta_{q1})/4$ adecuado para implementación de hardware para obtener el cuarto y quinto desplazamiento como valores enteros. En una realización particular, el cuarto desplazamiento se calcula para basarse en, preferiblemente ser igual a, $((p3+p1+1) \gg 1) - p2 + \Delta_{p1} \gg 1$. De manera correspondiente, $((q3+q1+1) \gg 1) - q2 + \Delta_{q1} \gg 1$ es una representación de enteros para el quinto desplazamiento.

30 Las presentes realizaciones están adaptadas para combatir defectos de bloqueo en relación con codificación y decodificación de tramas de vídeo. Por lo tanto, pueden aplicarse realizaciones a dichos estándares de codificación y decodificación de vídeo que dividen tramas de vídeo en bloques de píxeles y, por lo tanto, correr el riesgo de tener defectos de bloqueo en los límites de los bloques. Ejemplos de tales estándares a los cuales pueden aplicarse las presentes realizaciones, son H.264 y HEVC. En particular, HEVC tiene la posibilidad de seleccionar entre un modo de filtrado débil y un modo de filtrado fuerte. Las presentes realizaciones pueden utilizarse entonces ventajosamente en el modo de filtrado débil para calcular desplazamientos que se emplean para modificar los valores de píxel en una línea de píxeles y una línea de píxeles correspondiente sobre un límite de bloque. Por lo tanto, pueden utilizarse ventajosamente las decisiones acerca de si se realiza dicho filtrado de desbloqueo de acuerdo con la técnica anterior HEVC para las presentes realizaciones.

40 Un aspecto particular se refiere a un procedimiento para reducir defectos de bloqueo en un límite de bloque entre un bloque de múltiples píxeles y un bloque de múltiples píxeles adyacente en una trama de vídeo. Con referencia a la figura 1, el procedimiento comprende calcular, en la etapa S1, un primer desplazamiento en base a un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en una línea de píxeles en el bloque, un valor de píxel de un píxel cercano al límite de bloque en la línea de píxeles, un valor de píxel de un píxel más cercano al límite de bloque en una línea de píxeles correspondiente u opuesta en el bloque adyacente y un valor de píxel de un píxel cercano más cercano al límite de bloque en la línea de píxeles correspondiente. La línea de píxeles y la línea de píxeles adyacente son perpendiculares al límite del bloque. El primer desplazamiento se calcula en función de estos valores de píxel y una fórmula que produce un valor de desplazamiento que se aproxima a cero, preferiblemente igual a cero, cuando los valores de píxel aumentan o disminuyen linealmente o son iguales al avanzar a lo largo de la línea de píxeles y la línea de píxeles correspondiente y produce un valor de desplazamiento que suaviza un escalón en los valores de píxel cuando los valores de píxel aumentan o disminuyen en un escalón cuando se avanza a lo largo de la línea de píxeles y la línea de píxeles correspondiente. El procedimiento también comprende modificar, en la etapa S2, el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles sumando el primer desplazamiento al valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles. La siguiente etapa S3 modifica el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente restando el primer desplazamiento del valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente.

Este aspecto particular puede combinarse con las realizaciones descritas anteriormente en relación con las figuras 1-7.

60 El procedimiento para reducir los defectos de bloqueo de acuerdo con la realización descrita en la figura 1 se realiza preferiblemente mediante una unidad de filtrado de desbloqueo. Por lo tanto, dicha unidad de filtrado de desbloqueo calcula entonces el primer desplazamiento en la etapa S1 y modifica los valores de píxel de los píxeles más

cercanos al límite del bloque en las etapas S2 y S3. La figura 8 es un diagrama de bloques esquemático de una realización de dicha unidad de filtrado de desbloqueo 100.

5 La unidad de filtrado de desbloqueo 100 comprende un primer calculador de desplazamiento 110 configurado para calcular un primer desplazamiento en base a $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16$ tal como se ha descrito anteriormente aquí para una línea de píxeles en un bloque de píxeles en una trama de vídeo. Un modificador de píxeles 120 de la unidad de filtrado de desbloqueo 100 está configurado para modificar el valor de píxel de un píxel más cercano a un límite de bloque en la línea de píxeles en el bloque sumando el primer desplazamiento calculado por el primer calculador de desplazamiento 110 al valor de píxel de este píxel para formar un valor de píxel modificado. El modificador de píxeles 120 modifica adicionalmente el valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque, pero en una línea de píxeles correspondiente en un bloque de píxeles adyacente en la trama de vídeo. Esta modificación por el modificador de valor de píxel 120 se obtiene restando el primer desplazamiento calculado por el primer calculador de desplazamiento 110 del valor de píxel de este píxel para formar un valor de píxel modificado.

15 Por lo tanto, en una realización particular, el modificador de píxeles 120 está configurado para sumar el primer desplazamiento al valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles para formar un valor de píxel modificado. El modificador de píxeles 120 está configurado, además, para restar el primer desplazamiento del valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente para formar un valor de píxel modificado.

20 En una realización particular, el primer calculador de desplazamiento 110 está configurado para calcular el primer desplazamiento que es $f((9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16)$, es decir, una función $f()$ o representación de $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16$. Esta función da preferiblemente una representación de enteros de $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1))/16$ y preferiblemente la función es adecuada para la implementación de hardware. El primer calculador de desplazamiento 110 está configurado, en una realización, para calcular el primer desplazamiento para que esté basado en, preferiblemente es igual a, $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1)+8)>>4$.

30 La figura 9 es un diagrama de bloques esquemático de una unidad de filtrado de desbloqueo 200 de acuerdo con otra realización. La unidad de filtrado de desbloqueo 200 comprende el primer calculador de desplazamiento 210 y el modificador de valor de píxel 220. Estas unidades 210, 220 funcionan tal como se ha explicado anteriormente en relación con la figura 8. La unidad de filtrado de desbloqueo 200 también comprende preferiblemente una primera unidad de recorte 230. Esta primera unidad de recorte 230 está configurada para recortar el primer desplazamiento en un intervalo de $-t_c$ y t_c . El valor umbral t_c depende entonces de un valor QP asociado al bloque y, por ejemplo, puede seleccionarse de la Tabla 1 en función del valor QP del bloque.

35 Una segunda unidad de recorte opcional 240 se implementa en la unidad de filtrado de desbloqueo 200 para recortar los valores de píxel modificados calculados por el modificador de valor de píxel 220. Por lo tanto, la segunda unidad de recorte 240 limita estos valores de píxel modificados para que se encuentren dentro de un intervalo de cero y el valor máximo M definido.

40 En una realización preferida, la unidad de filtrado de desbloqueo 200 también comprende un segundo calculador de desplazamiento 250 configurado para calcular un segundo desplazamiento en base a $(p_2+p_0-2xp_1+2x\Delta)/4$ para la línea de píxeles en el bloque.

45 En una realización particular, el segundo calculador de desplazamiento 250 está configurado para calcular el segundo desplazamiento que es $g((p_2+p_0-2xp_1+2x\Delta)/4)$, es decir, una función $g()$ o representación de $(p_2+p_0-2xp_1+2x\Delta)/4$. Esta función da preferiblemente una representación de enteros de $(p_2+p_0-2xp_1+2x\Delta)/4$ y preferiblemente la función es adecuada para la implementación de hardware.

50 El segundo calculador de desplazamiento 250 está configurado, en una realización, para calcular el segundo desplazamiento en base a, preferiblemente igual a, $((p_2+p_0+1)>>1)-p_1+\Delta >> 1$.

55 La unidad de filtrado de desbloqueo 200 comprende preferiblemente un tercer calculador de desplazamiento 260 configurado para calcular un tercer desplazamiento en base a $(q_2+q_0-2xq_1-2x\Delta)/4$ para la línea de píxeles correspondiente en el bloque adyacente.

60 En una realización particular, el tercer calculador de desplazamiento 260 está configurado para calcular el tercer desplazamiento que es $h((q_2+q_0-2xq_1-2x\Delta)/4)$, es decir, una función $h()$ o representación de $(q_2+q_0-2xq_1-2x\Delta)/4$. Esta función da preferiblemente una representación de enteros de $(q_2+q_0-2xq_1-2x\Delta)/4$ y preferiblemente la función es adecuada para la implementación de hardware. El tercer calculador de desplazamiento 260 está configurado, en una realización, para calcular el tercer desplazamiento para que esté basado en, preferiblemente es igual a, $((q_2+q_0+1)>>1)-q_1-\Delta >> 1$.

El modificador de píxeles 220 de la unidad de filtrado de desbloqueo 200 se configura entonces para modificar el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles en el bloque. El modificador de píxeles 220 suma el segundo desplazamiento calculado por el segundo calculador de desplazamiento 250 al valor de píxel de este píxel. El modificador de píxel 220 está configurado adicionalmente para modificar el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque, pero en la línea de píxeles correspondiente en el bloque adyacente. Esta modificación se obtiene sumando el tercer desplazamiento calculado por el tercer calculador de desplazamiento 260 al valor de píxel de este píxel.

Una tercera unidad de recorte opcional 270 de la unidad de filtrado de desbloqueo 200 está configurada para recortar el segundo desplazamiento calculado por el segundo calculador de desplazamiento 250 y el tercer desplazamiento calculado por el tercer calculador de desplazamiento 260 que se encuentra dentro de un intervalo de $-t_{c2}$ y t_{c2} . El valor umbral t_{c2} depende preferiblemente del valor QP asociado al bloque y se calcula ventajosamente en base al valor umbral t_c utilizado para recortar el primer desplazamiento. En una realización alternativa, la tercera unidad de recorte 270 se omite y cualquier recorte del segundo y el tercer desplazamiento se realiza en su lugar mediante la primera unidad de recorte 230.

La segunda unidad de recorte 240 preferiblemente no sólo recorta los valores de píxel modificados de los píxeles más cercanos al límite del bloque, sino también los valores de píxel modificados de los píxeles más cercanos al límite del bloque y se calculan utilizando el segundo y el tercer desplazamiento, respectivamente. Por lo tanto, también estos valores de píxel modificados están preferiblemente restringidos para que se encuentren dentro del intervalo de cero al valor máximo definido M.

El segundo calculador de desplazamiento 250 y el tercer calculador de desplazamiento 260 podrían configurarse para calcular el segundo y el tercer desplazamiento para cada línea de píxeles y cada línea de píxeles correspondiente para la cual se aplicará el filtrado de desbloqueo en el límite del bloque entre el bloque y el bloque adyacente. En un enfoque alternativo, la unidad de filtrado de desbloqueo 200 realiza una selección ya sea para calcular sólo el primer desplazamiento y, por lo tanto, sólo modificar los valores de píxel de los píxeles más cercanos al límite del bloque o calcular el primer, el segundo y el tercer desplazamiento y, por lo tanto, modificar los valores de píxel de los píxeles más cercanos y los píxeles más cercanos al límite del bloque.

En una realización opcional, la unidad de filtrado de desbloqueo 200 puede comprender un cuarto calculador de desplazamiento 280 configurado para calcular un cuarto desplazamiento para que esté basado en $(p_3+p_1-2x_2+2x\Delta_{p_1})/4$.

En una realización particular, el cuarto calculador de desplazamiento 280 está configurado para calcular el cuarto desplazamiento que es $b((p_3+p_1-2x_2+2x\Delta_{p_1})/4)$, es decir, una función $b()$ o representación de $(p_3+p_1-2x_2+2x\Delta_{p_1})/4$. Esta función da preferiblemente una representación de enteros de $(p_3+p_1-2x_2+2x\Delta_{p_1})/4$ y preferiblemente la función es adecuada para la implementación de hardware. El cuarto calculador de desplazamiento 280 está configurado, en una realización, para calcular el cuarto desplazamiento para que esté basado en, preferiblemente es igual a, $((p_3+p_1+1)>>1)-p_2+\Delta_{p_1}>>1$.

El filtro de desbloqueo 200 también podría comprender un quinto calculador de desplazamiento opcional 290 configurado para calcular un quinto desplazamiento para que esté basado en $(q_3+q_1-2x_2+2x\Delta_{q_1})/4$.

En una realización particular, el quinto calculador de desplazamiento 290 está configurado para calcular el quinto desplazamiento que es $k((q_3+q_1-2x_2+2x\Delta_{q_1})/4)$, es decir, una función $k()$ o representación de $(q_3+q_1-2x_2+2x\Delta_{q_1})/4$. Esta función da preferiblemente una representación de enteros de $(q_3+q_1-2x_2+2x\Delta_{q_1})/4$ y preferiblemente la función es adecuada para la implementación de hardware. El quinto calculador de desplazamiento 290 está configurado, en una realización, para calcular el quinto desplazamiento para que esté basado en, preferiblemente es igual a, $((q_3+q_1+1)>>1)-q_2+\Delta_{q_1}>>1$.

En esta realización, el modificador de valor de píxel 220 también está configurado para modificar el valor de píxel del píxel segundo más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles en el bloque sumando el cuarto desplazamiento calculado por el cuarto calculador de desplazamiento 280 al valor de píxel de este píxel. El modificador de valor de píxel 220 modifica adicionalmente, en esta realización, el valor de píxel del segundo píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente en el bloque adyacente sumando el quinto desplazamiento calculado por el quinto calculador de desplazamiento al valor del píxel de este píxel.

La segunda unidad de recorte 240 preferiblemente procesa los valores de píxel modificados para restringirlos dentro del intervalo de cero y el valor máximo predefinido M. La tercera unidad de recorte 270 también puede utilizarse para recortar el cuarto y el quinto desplazamiento en similitud con el segundo y el tercer desplazamiento. Alternativamente, la unidad de filtrado de desbloqueo 200 comprende una cuarta unidad de recorte configurada para

recortar el cuarto y el quinto desplazamiento dentro de un intervalo que tiene puntos finales que se definen en función del valor QP del bloque y, preferiblemente, en función del valor umbral t_c .

5 Un aspecto particular se refiere a una unidad de filtrado de desbloqueo para reducir defectos de bloqueo en un límite de bloque entre un bloque de múltiples píxeles y un bloque de múltiples píxeles adyacente en una trama de vídeo. Con referencia a la figura 8, la unidad de filtrado de desbloqueo 100 comprende un primer calculador de desplazamiento 110 configurado para calcular un primer desplazamiento en base a un valor de píxel de un píxel más cercano al límite del bloque en una línea de píxeles en el bloque, un valor de píxel de un píxel más cercano al límite de bloque en la línea de píxeles, un valor de píxel de un píxel más cercano al límite de bloque en una línea de píxeles correspondiente u opuesta en el bloque adyacente y un valor de píxel de un píxel cercano más cercano al límite de bloque en la línea de píxeles correspondiente. La línea de píxeles y la línea de píxeles adyacente son perpendiculares al límite del bloque. El primer desplazamiento se calcula mediante el primer calculador de desplazamiento 110 en función de estos valores de píxel y una fórmula que da un valor de desplazamiento que se aproxima a cero, preferiblemente igual a cero, cuando los valores de píxel aumentan o disminuyen linealmente o son iguales al avanzar a lo largo de la línea de píxeles y la línea de píxeles correspondiente y produce un valor de desplazamiento que suaviza un escalón en los valores de píxel cuando los valores de píxel aumentan o disminuyen en un escalón al avanzar a lo largo de la línea de píxeles y la línea de píxeles correspondiente. La unidad de filtrado de desbloqueo 100 también comprende un modificador de valor de píxel 120 configurado para modificar el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles sumando el primer desplazamiento al valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles para formar un valor de píxel modificado. El modificador de valor de píxel 120 está configurado para modificar el valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente restando el primer desplazamiento del valor de píxel del píxel más cercano al límite del bloque en la línea de píxeles correspondiente para formar un valor de píxel modificado.

25 Aunque la respectiva unidad 110, 120 y 210-290 descrita en combinación con las figuras 8 y 9 se han descrito como unidades físicamente separadas 110, 120 y 210-290 en el dispositivo 100, 200, y todas pueden ser circuitos de uso específico, tales como ASIC (Circuitos Integrados de Aplicaciones Específicas), son posibles realizaciones alternativas del dispositivo 100, 200 si algunas o todas las unidades 110, 120 y 210-290 se implementan como módulos de programa de ordenador que se ejecutan en un procesador de uso general. Dicha realización se describe en la figura 10.

35 La figura 10 ilustra esquemáticamente una realización de un ordenador 70 que tiene una unidad de procesamiento 72, tal como un DSP (Procesador de Señal Digital) o una CPU (Unidad de Procesamiento Central). La unidad de procesamiento 72 puede ser una sola unidad o una pluralidad de unidades para realizar diferentes etapas del procedimiento descrito aquí. El ordenador 70 también comprende una unidad de entrada/salida (E/S) 71 para recibir tramas de vídeo grabado o generado o tramas de vídeo codificado y trama de vídeo codificado o datos de vídeo decodificado. La unidad de E/S 71 se ha ilustrado como una sola unidad en la figura 10, pero también puede tener la forma de una unidad de entrada independiente y una unidad de salida independiente.

40 Además, el ordenador 70 comprende por lo menos un producto de programa informático 73 en forma de memoria no volátil, por ejemplo, una EEPROM (memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente), una memoria flash o una unidad de disco. El producto de programa informático 73 comprende un programa informático 74, que comprende medios de código que, cuando se ejecutan en el ordenador 70, tal como a través de la unidad de procesamiento 72, hace que el ordenador 70 realice las etapas del procedimiento descritas anteriormente en relación con la figura 1. Por lo tanto, en una realización, los medios de código en el programa de ordenador 74 comprenden un primer módulo de cálculo de desplazamiento o un primer calculador de desplazamiento 310 para calcular el primer desplazamiento y un módulo de modificación de valor de píxel o un modificador de valor de píxel 320 para modificar valores de píxel de un módulo de filtrado de desbloqueo 300 o dispositivo de filtrado de desbloqueo. Estos módulos 310, 320 realizan esencialmente las etapas del diagrama de flujo de la figura 1 cuando se ejecutan en la unidad de procesamiento 72. Por lo tanto, cuando se ejecutan diferentes módulos 310, 320 en la unidad de procesamiento 72, éstos se corresponden con las correspondientes unidades 110, 120 de la figura 8 y las unidades 210, 220 de la figura 9.

55 El programa informático 74 puede comprender adicionalmente un primer módulo de recorte, un segundo módulo de recorte, un segundo módulo de cálculo de desplazamiento, un tercer módulo de cálculo de desplazamiento y, opcionalmente, también un tercer módulo de recorte, un cuarto módulo de cálculo de desplazamiento y un quinto módulo de cálculo de desplazamiento para realizar la operación de las unidades correspondientes 230-290 de la figura 9.

60 El ordenador 70 de la figura 10 puede ser un equipo de usuario o estar presente en un equipo de usuario 80. En tal caso, el equipo de usuario 80 puede comprender adicionalmente una pantalla 88 o estar conectado a la misma para visualizar datos de vídeo.

La unidad de filtrado de desbloqueo 100, 200 de las figuras 8 y 9 se utiliza preferiblemente en codificación de vídeo. Funciona y, por lo tanto, se implementa preferiblemente tanto en un codificador de vídeo como en un decodificador de vídeo. El decodificador de vídeo puede implementarse preferiblemente en hardware, pero también en software. Lo mismo es aplicable para el codificador de vídeo.

5 La figura 11 es un diagrama de bloques esquemático de un codificador 40 para codificar un bloque de píxeles en una trama de vídeo de una secuencia de vídeo de acuerdo con una realización.

10 Se prevé un bloque de píxeles actual realizando una estimación de movimiento mediante un estimador de movimiento 50 a partir de un bloque de píxeles ya proporcionado en la misma trama o en una trama anterior. El resultado de la estimación de movimiento es un vector de movimiento o desplazamiento asociado al bloque de referencia, en el caso de inter predicción. El vector de movimiento lo utiliza un compensador de movimiento 50 para generar una inter predicción del bloque de píxeles.

15 Un intra predictor 49 calcula una intra predicción del bloque de píxeles actual. Las salidas del estimador/compensador de movimiento 50 y el intra predictor 49 se envían a un selector 51 que selecciona intra predicción o inter predicción para el bloque actual de píxeles. La salida del selector 51 se envía a un calculador de errores en forma de sumador 41 que también recibe valores de píxel del bloque de píxeles actual. El sumador 41 calcula y genera un error residual como la diferencia en los valores de píxel entre el bloque de píxeles y su predicción.

20 El error se transforma en un transformador 42, tal como mediante una transformada de coseno discreta, y se cuantifica mediante un cuantificador 43 seguido de codificación en un codificador 44, tal como mediante un codificador de entropía. En la inter codificación, también el vector de movimiento estimado se envía al codificador 44 para generar la representación codificada del bloque de píxeles actual.

25 El error residual transformado y cuantificado para el bloque de píxeles actual también se proporciona a un cuantificador inverso 45 y un transformador inverso 46 para recuperar el error residual original. Este error se suma mediante un sumador 47 a la salida de predicción de bloque desde el compensador de movimiento 50 o el intra predictor 49 para crear un bloque de píxeles de referencia que puede utilizarse en la predicción y codificación de un bloque de píxeles siguiente. Este nuevo bloque de referencia se procesa primero mediante una unidad de filtrado de desbloqueo 100 de acuerdo con las realizaciones para realizar el filtrado de desbloqueo para combatir cualquier defecto de bloqueo. El nuevo bloque de referencia procesado se almacena temporalmente entonces en una memoria intermedia de tramas 48, donde queda disponible para el intra predictor 49 y el estimador/compensador de movimiento 50.

30 La figura 12 es un diagrama de bloques esquemático correspondiente de un decodificador 60 que comprende una unidad de filtrado de desbloqueo 100 según las realizaciones. El decodificador 60 comprende un decodificador 61, tal como un decodificador de entropía, para decodificar una representación codificada de un bloque de píxeles para obtener un conjunto de errores residuales cuantificados y transformados. Estos errores residuales se cuantifican en un cuantificador inverso 62 y se transforman a la inversa mediante un transformador inverso 63 para obtener un conjunto de errores residuales.

35 Estos errores residuales se suman en un sumador 64 a los valores de píxel de un bloque de referencia de píxeles. El bloque de referencia está determinado por un estimador/compensador de movimiento 67 o un intra predictor 66, dependiendo de si se realiza inter o intra predicción. De este modo, un selector 68 está interconectado con el sumador 64 y el estimador/compensador de movimiento 67 y el intra predictor 66. El bloque decodificado resultante de la salida de píxeles del sumador 64 se envía a una unidad de filtrado de desbloqueo 100 según las realizaciones para filtrar y desbloquear cualquier defecto de bloqueo. El bloque de píxeles filtrado se envía desde el decodificador 60 y, además, preferiblemente, se proporciona temporalmente a una memoria intermedia de tramas 65 y puede utilizarse como bloque de referencia de píxeles para decodificar un bloque de píxeles posterior. La memoria intermedia de tramas 65 está así conectada al estimador/compensador de movimiento 67 para hacer que los bloques de píxeles almacenados estén disponibles para el estimador/compensador de movimiento 67.

40 La salida del sumador 64 preferiblemente también se envía al intra predictor 66 para ser utilizado como bloque de píxeles de referencia sin filtrar.

45 En las realizaciones descritas en las figuras 11 y 12, la unidad de filtrado de desbloqueo 100 realiza un filtrado de desbloqueo como el denominado filtrado en bucle. En una implementación alternativa en el decodificador 60, la unidad de filtrado de desbloqueo 100 está dispuesta para realizar el denominado filtrado de post-procesado. En tal caso, la unidad de filtrado de desbloqueo 100 opera en las tramas de salida fuera del bucle formado por el sumador 64, la memoria intermedia de tramas 65, el intra predictor 66, el estimador/compensador de movimiento 67 y el selector 68. Típicamente, en el codificador no se realiza entonces filtrado de desbloqueo.

La figura 13 es un diagrama de bloques esquemático de un equipo de usuario o terminal de medios 80 que aloja un decodificador 60 con una unidad de filtrado de desbloqueo. El equipo de usuario 80 puede ser cualquier dispositivo que tenga funciones de decodificación de medios que opere en un flujo de vídeo codificado de tramas de vídeo codificado para decodificar las tramas de vídeo y hacer disponibles datos de vídeo. Ejemplos no limitativos de tales dispositivos incluyen teléfonos móviles y otros reproductores multimedia portátiles, tabletas, ordenadores de escritorio, ordenadores portátiles, grabadoras de vídeo personales, reproductores multimedia, servidores de transmisión de vídeo, decodificadores, televisores, ordenadores, decodificadores, consolas de juegos, etc. El equipo de usuario 80 comprende una memoria 84 configurada para almacenar tramas de vídeo codificadas. Estas tramas de vídeo codificadas pueden haber sido generadas por el propio equipo de usuario 80. En tal caso, el equipo de usuario 80 comprende preferiblemente un motor de medios o grabador junto con un codificador conectado, tal como el codificador de la figura 11. Alternativamente, las tramas de vídeo codificadas son generadas por algún otro dispositivo y son transmitidas de manera inalámbrica o transmitidas por cable al equipo de usuario 80. El equipo de usuario 80 comprende un transceptor (transmisor y receptor) o un puerto de entrada y salida 82 para lograr la transferencia de datos.

Las tramas de vídeo codificadas se envían de la memoria 84 a un decodificador 60, tal como el decodificador ilustrado en la figura 12. El decodificador 60 comprende una unidad de filtrado de desbloqueo 100 de acuerdo con las realizaciones. El decodificador 60 decodifica entonces las tramas de vídeo codificadas en tramas de vídeo decodificadas. Las tramas de vídeo decodificadas se envían a un reproductor multimedia 86 que está configurado para convertir las tramas de vídeo decodificadas en datos de vídeo que pueden mostrarse en un visualizador o pantalla 88 o conectarse al equipo de usuario 80.

En la figura 13, se ha ilustrado el equipo de usuario 80 que comprende tanto el decodificador 60 como el reproductor multimedia 86, con el decodificador 60 implementado como parte del reproductor multimedia 86. Sin embargo, esto debería verse simplemente como un ejemplo ilustrativo, pero no limitativo, de una realización de implementación para el equipo de usuario 80. También son posibles implementaciones distribuidas en las que el decodificador 60 y el reproductor multimedia 86 se proporcionan en dos dispositivos físicamente separados y se encuentran dentro del ámbito de un equipo de usuario 80 tal como se utiliza aquí. La pantalla 88 también podría proporcionarse como un dispositivo separado conectado al equipo de usuario 80, donde se está llevando a cabo el procesamiento de datos real.

Tal como se ilustra en la figura 14, el codificador 40 y/o el decodificador 60, tal como se ilustra en las figuras 11 y 12, pueden implementarse en un dispositivo de red 30 que sea o pertenezca a un nodo de red en una red de comunicación 32 entre una unidad de emisión 34 y un equipo de usuario de recepción 36. Dicho dispositivo de red 30 puede ser un dispositivo para convertir vídeo de acuerdo con un estándar de codificación de vídeo a otro estándar de codificación de vídeo, por ejemplo, si se ha establecido que el equipo de usuario de recepción 36 sólo es capaz de, o prefiere, otro estándar de codificación de vídeo que el enviado desde la unidad de envío 34. El dispositivo de red 30 puede ser en forma de, o estar comprendido en, una estación base de radio, un Nodo B o cualquier otro nodo de red en una red de comunicación 32, tal como una red basada en radio.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento realizado por un codificador de codificación de vídeo de alta eficiencia (40) o un decodificador de codificación de vídeo de alta eficiencia (60) para reducir defectos de bloqueo en un límite de bloque (1) entre un bloque (10) de múltiples píxeles (11, 13, 15, 17) y un bloque adyacente (20) de múltiples píxeles (21, 23, 25, 27) en una trama de vídeo, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- 5 calcular (S1) un primer desplazamiento;
 recortar (S11) dicho primer desplazamiento para que se encuentre dentro de un intervalo de $-t_c$ y t_c estableciendo dicho primer desplazamiento para que sea igual a $-t_c$ si dicho primer desplazamiento es menor que $-t_c$ y estableciendo dicho primer desplazamiento para que sea igual a t_c si dicho primer desplazamiento es mayor que t_c , en el que t_c es un valor umbral que depende de un valor de un parámetro de cuantificación asignado a dicho bloque (10);
- 10 modificar (S2) un valor de píxel p_0 de un píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en una línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) en dicho bloque (10), en el que dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) es perpendicular a dicho límite de bloque (1), sumando dicho primer desplazamiento a dicho valor de píxel p_0 de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) para formar un valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17); y
- 15 modificar (S3) un valor de píxel q_0 de un píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en una línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) en dicho bloque adyacente (20), en el que la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) es perpendicular a dicho límite de bloque (1), restando dicho primer desplazamiento de dicho valor de píxel q_0 de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) para formar un valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27), y en el que el procedimiento está caracterizado por el hecho de que
- 20 el primer desplazamiento se calcula como igual a $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1)+8) \gg 4$, en el que \gg denota una operación de cambio a la derecha, p_1 denota un valor de píxel de un píxel (13) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) y q_1 denota un valor de píxel de un píxel (23) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27).
- 30
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además:
- recortar (S21) dicho valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) que se encuentra dentro de un intervalo de cero y un valor máximo definido estableciendo dicho valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) para que sea igual a cero si dicho valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) es menor que cero y estableciendo dicho valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) para que sea igual a dicho valor máximo definido si dicho valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) es mayor que dicho valor máximo definido; y
- 35 recortar (S21) dicho valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) para que se encuentre dentro de un intervalo de cero y dicho valor máximo definido estableciendo dicho valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) para que sea igual a cero si dicho valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) es menor que cero y estableciendo dicho valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) para que sea igual a dicho valor máximo definido si dicho valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) es mayor que dicho valor máximo definido.
- 40
- 45
- 50
3. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende, además:
- calcular (S30) un segundo desplazamiento para que sea igual a $((p_2+p_0+1) \gg 1) - p_1 + \Delta \gg 1$, donde p_2 denota un valor de píxel de un píxel (15) segundo más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) y Δ denota dicho primer desplazamiento;
- 55 calcular (S31) un tercer desplazamiento para que sea igual a $((q_2+q_0+1) \gg 1) - q_1 - \Delta \gg 1$, donde q_2 denota un valor de píxel de un píxel (25) segundo más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27);
- modificar (S32) dicho valor de píxel p_1 de dicho píxel (13) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) sumando dicho segundo desplazamiento a dicho valor de píxel p_1 de dicho píxel (13) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) para formar un valor de píxel modificado p_1' de dicho píxel (13) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17); y
- 60

modificar (S33) dicho valor de píxel q_1 de dicho píxel (23) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) sumando dicho tercer desplazamiento a dicho valor de píxel q_1 de dicho píxel (23) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) para formar un valor de píxel modificado q_1' de dicho píxel (23) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27).

4. Codificador de codificación de vídeo de alta eficiencia (40) que comprende una unidad de filtrado de desbloqueo (100, 200) para reducir defectos de bloqueo en un límite de bloque (1) entre un bloque (10) de múltiples píxeles (11, 13, 15, 17) y un bloque adyacente (20) de múltiples píxeles (21, 23, 25, 27) en una trama de vídeo, comprendiendo dicha unidad de filtrado de desbloqueo (100, 200):

un primer calculador de desplazamiento (110, 210) configurado para calcular un primer desplazamiento;

una primera unidad de recorte (230) configurada para recortar dicho primer desplazamiento dentro de un intervalo de $-t_c$ y t_c estableciendo dicho primer desplazamiento para que sea igual a $-t_c$ si dicho primer desplazamiento es menor que $-t_c$ y estableciendo dicho primer desplazamiento para que sea es igual a t_c si dicho primer desplazamiento es mayor que t_c , donde t_c es un valor umbral que depende de un valor de parámetro de cuantificación asignado a dicho bloque (10), y

un modificador de valor de píxel (120, 220) configurado para modificar un valor de píxel p_0 de un píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en una línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) en dicho bloque (10), en el que dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) es perpendicular a dicho límite de bloque (1), sumando dicho primer desplazamiento a dicho valor de píxel p_0 de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) para formar un valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) y para modificar un valor de píxel q_0 de un píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en una línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) en dicho bloque adyacente (20), en el que la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) es perpendicular a dicho límite de bloque (1), restando dicho primer desplazamiento de dicho valor de píxel q_0 de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) para formar un valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27), y en el que el codificador de codificación de vídeo de alta eficiencia (40) está caracterizado por el hecho de que el primer desplazamiento se calcula como igual a $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1)+8) \gg 4$, en el que \gg denota una operación de cambio a la derecha, p_1 denota un valor de píxel de un píxel (13) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) y q_1 denota un valor de píxel de un píxel (23) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27).

5. Codificador de codificación de vídeo de alta eficiencia (40) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la unidad de filtrado de desbloqueo (100, 200) comprende, además, una segunda unidad de recorte (240) configurada para recortar dicho valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) para que se encuentre dentro de un intervalo de cero y un valor máximo definido estableciendo dicho valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) para que sea igual a cero si dicho valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) es menor que cero y estableciendo dicho valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) para que sea igual a dicho valor máximo definido si dicho valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) es mayor que dicho valor máximo definido y recortar dicho valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) para que se encuentre dentro de un intervalo de cero y dicho valor máximo definido estableciendo dicho valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) para que sea igual a cero si dicho valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) es menor que cero y estableciendo dicho valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) para que sea igual a dicho máximo definido si dicho valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) es mayor que dicho valor máximo definido.

6. Decodificador de codificación de vídeo de alta eficiencia (60) que comprende una unidad de filtrado de desbloqueo (100, 200) para reducir defectos de bloqueo en un límite de bloque (1) entre un bloque (10) de múltiples píxeles (11, 13, 15, 17) y un bloque adyacente (20) de múltiples píxeles (21, 23, 25, 27) en una trama de vídeo, comprendiendo dicha unidad de filtrado de desbloqueo (100, 200):

un primer calculador de desplazamiento (110, 210) configurado para calcular un primer desplazamiento;

una primera unidad de recorte (230) configurada para recortar dicho primer desplazamiento dentro de un intervalo de $-t_c$ y t_c estableciendo dicho primer desplazamiento para que sea igual a $-t_c$ si dicho primer desplazamiento es menor que $-t_c$ y estableciendo dicho primer desplazamiento para que sea igual a t_c si dicho primer desplazamiento es mayor que t_c , en el que t_c es un valor umbral que depende de un valor de un parámetro de cuantificación asignado a dicho bloque (10), y

un modificador de valor de píxel (120, 220) configurado para modificar un valor de píxel p_0 de un píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en una línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) en dicho bloque (10), en el que dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) es perpendicular a dicho límite de bloque (1), sumando dicho primer desplazamiento a dicho valor de píxel p_0 de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) para formar un valor de píxel modificado p_0' de dicho píxel (11) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) y para modificar un valor de píxel q_0 de un píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en una línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) en dicho bloque adyacente (20), en el que la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) es perpendicular a dicho límite de bloque (1), restando dicho primer desplazamiento de dicho valor de píxel q_0 de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27) para formar un valor de píxel modificado q_0' de dicho píxel (21) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27), y

en el que el codificador de codificación de vídeo de alta eficiencia (40) está caracterizado por el hecho de que el primer desplazamiento se calcula como igual a $(9x(q_0-p_0)-3x(q_1-p_1)+8) \gg 4$, en el que \gg denota una operación de cambio a la derecha, p_1 denota un valor de píxel de un píxel (13) más cercano a dicho límite de bloque (1) en dicha línea (12) de píxeles (11, 13, 15, 17) y q_1 denota un valor de píxel de un píxel (23) más cercano a dicho límite de bloque (1) en la citada línea correspondiente (22) de píxeles (21, 23, 25, 27).

7. Equipo de usuario (80) que comprende un codificador de codificación de vídeo de alta eficiencia (40) de acuerdo con la reivindicación 4.

8. Dispositivo de red (30) que es o pertenece a un nodo de red en una red de comunicación (32) entre una unidad de emisión (34) y un equipo de usuario de recepción (36), comprendiendo dicho dispositivo de red (30) un codificador de codificación de vídeo de alta eficiencia (40) de acuerdo con la reivindicación 4 y/o un decodificador de codificación de vídeo de alta eficiencia (60) de acuerdo con la reivindicación 6.

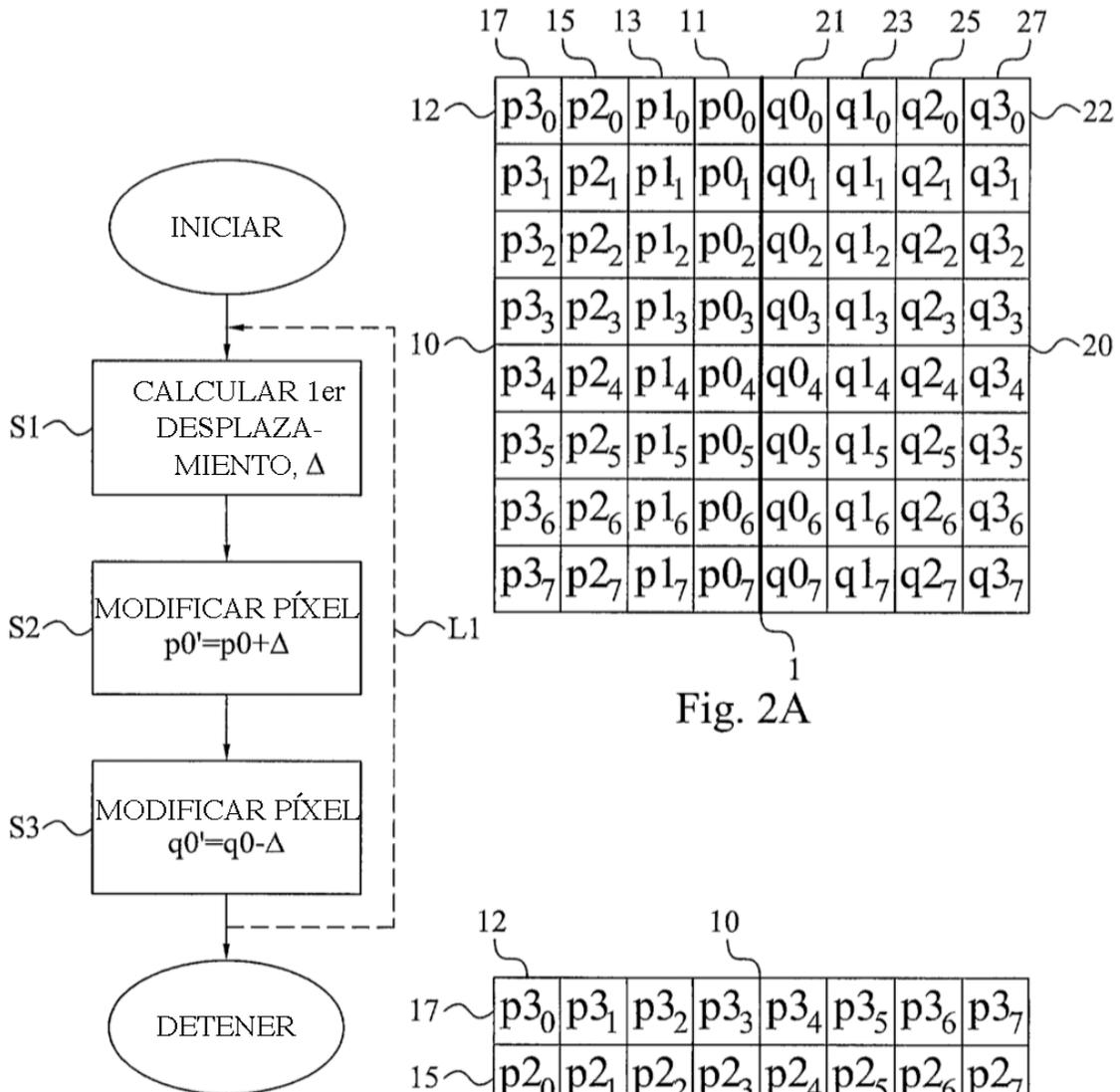


Fig. 1

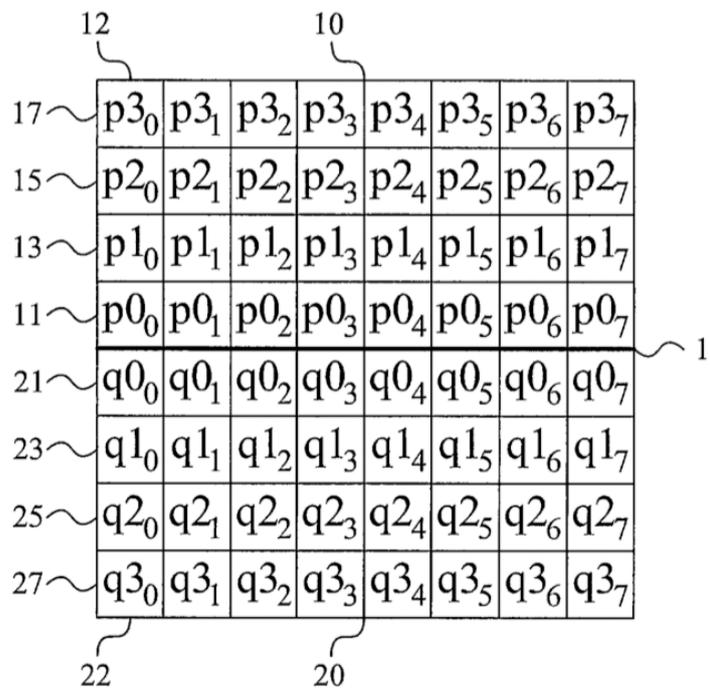


Fig. 2B

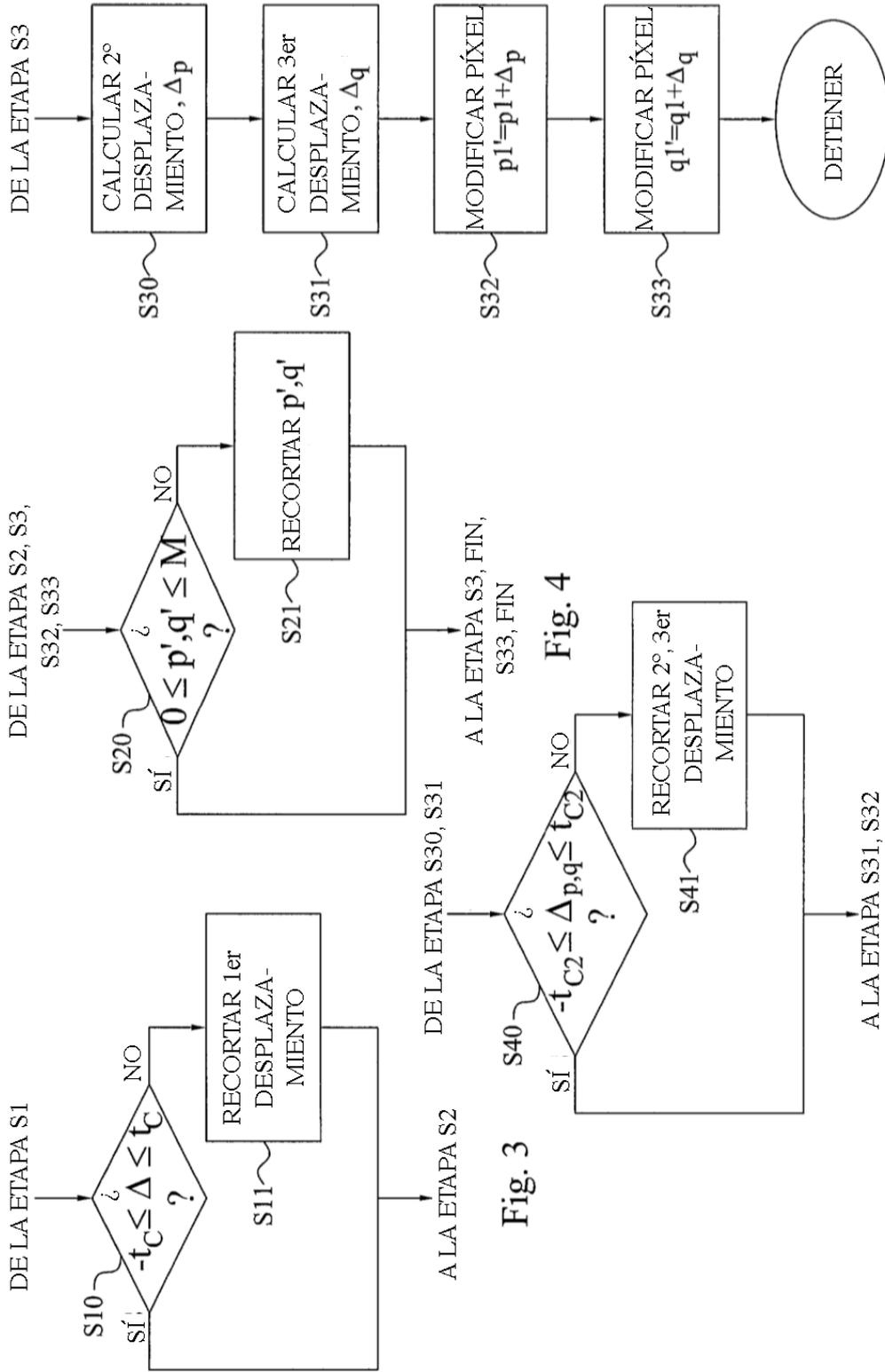


Fig. 5

Fig. 6

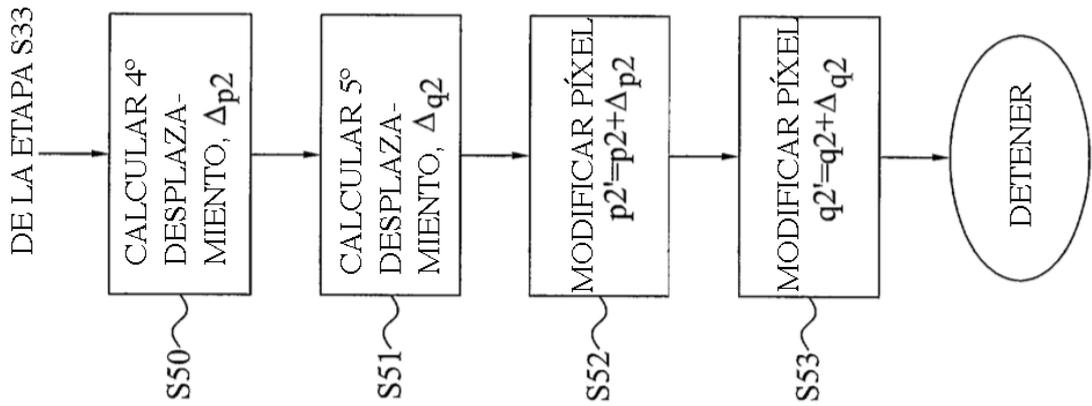


Fig. 7

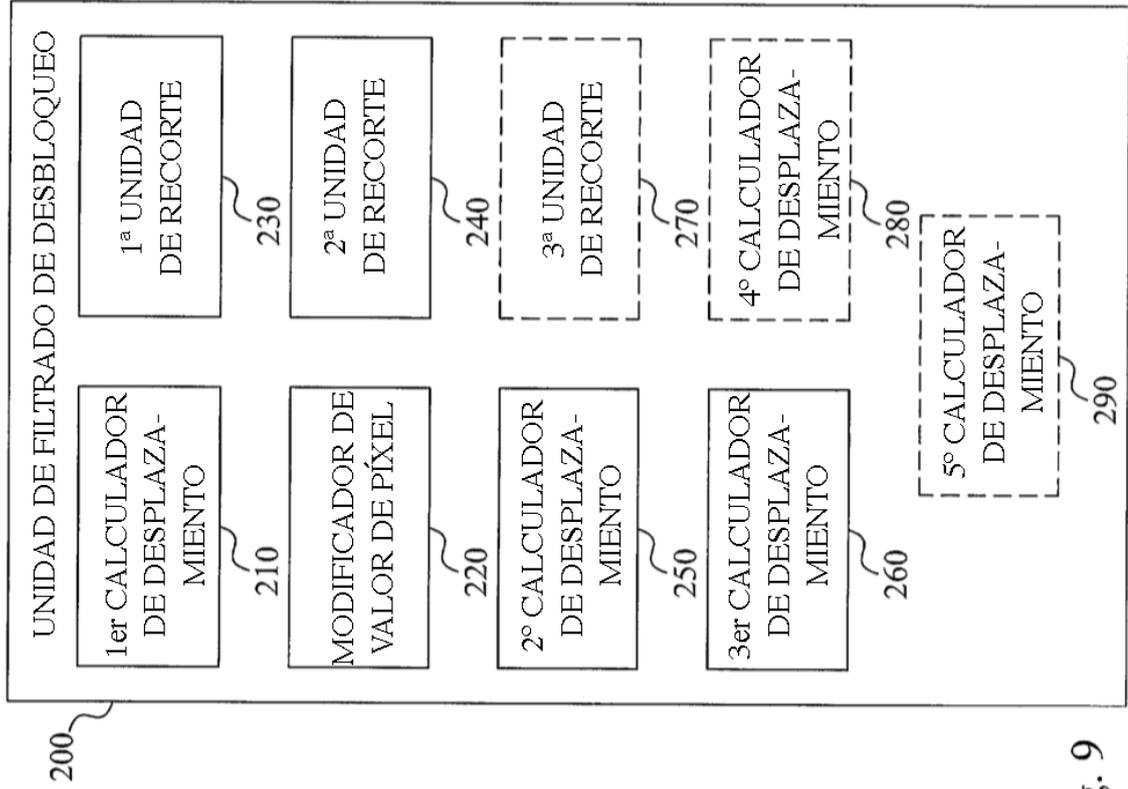


Fig. 9

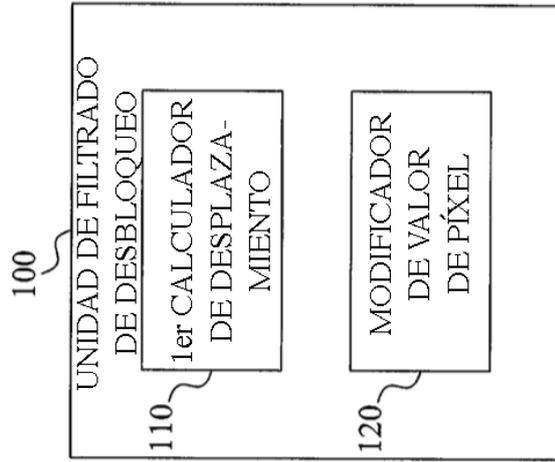
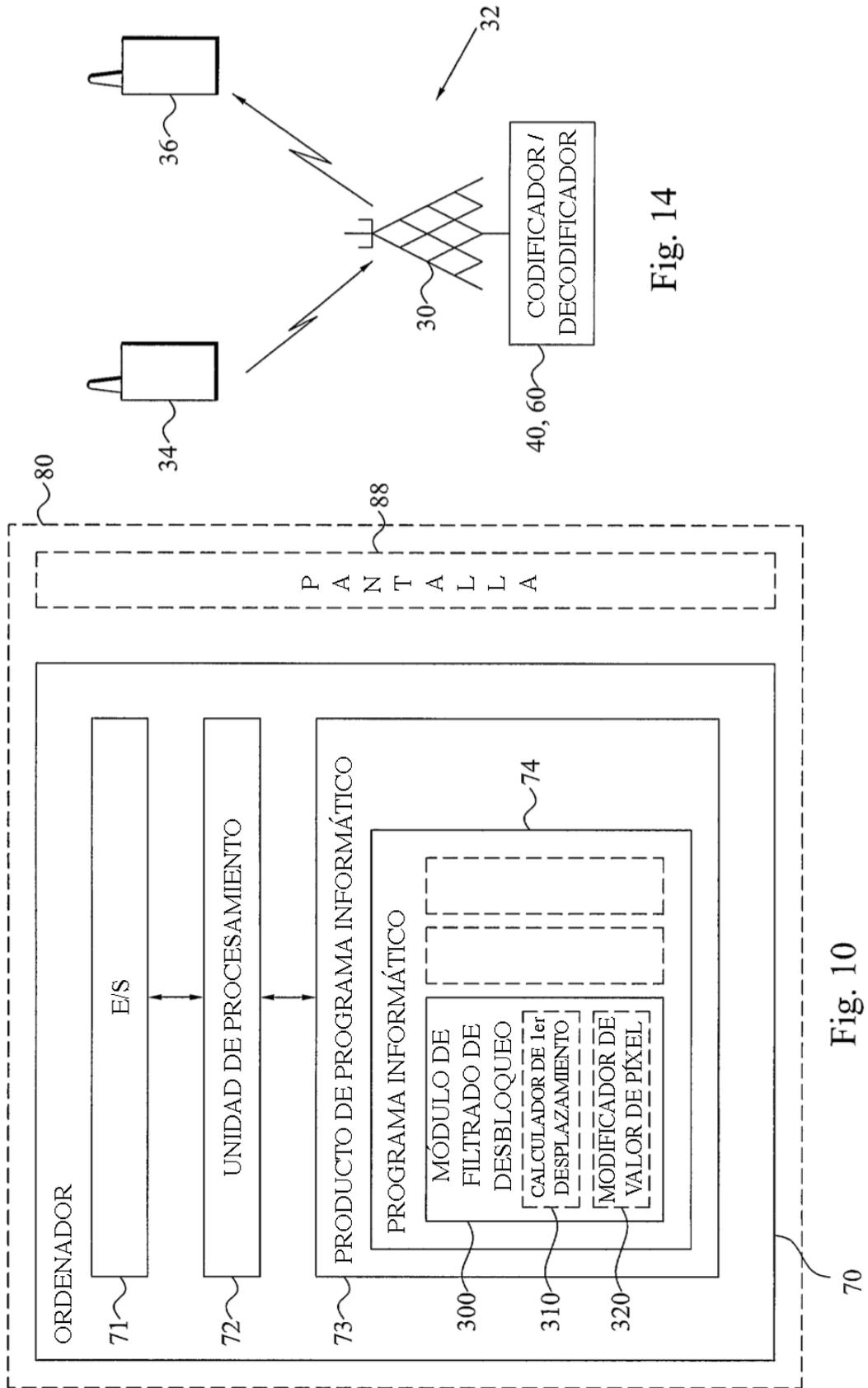


Fig. 8



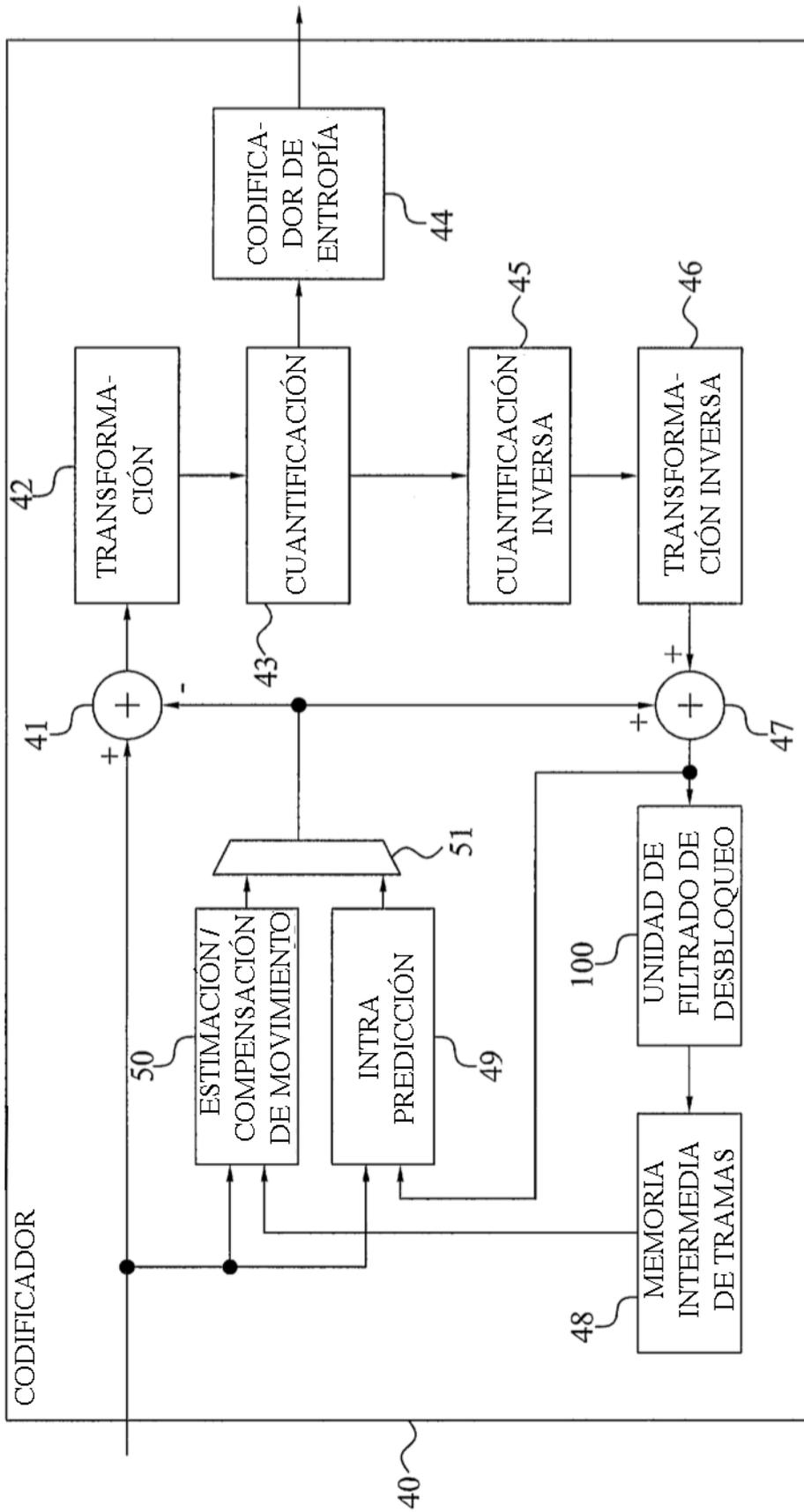


Fig. 11

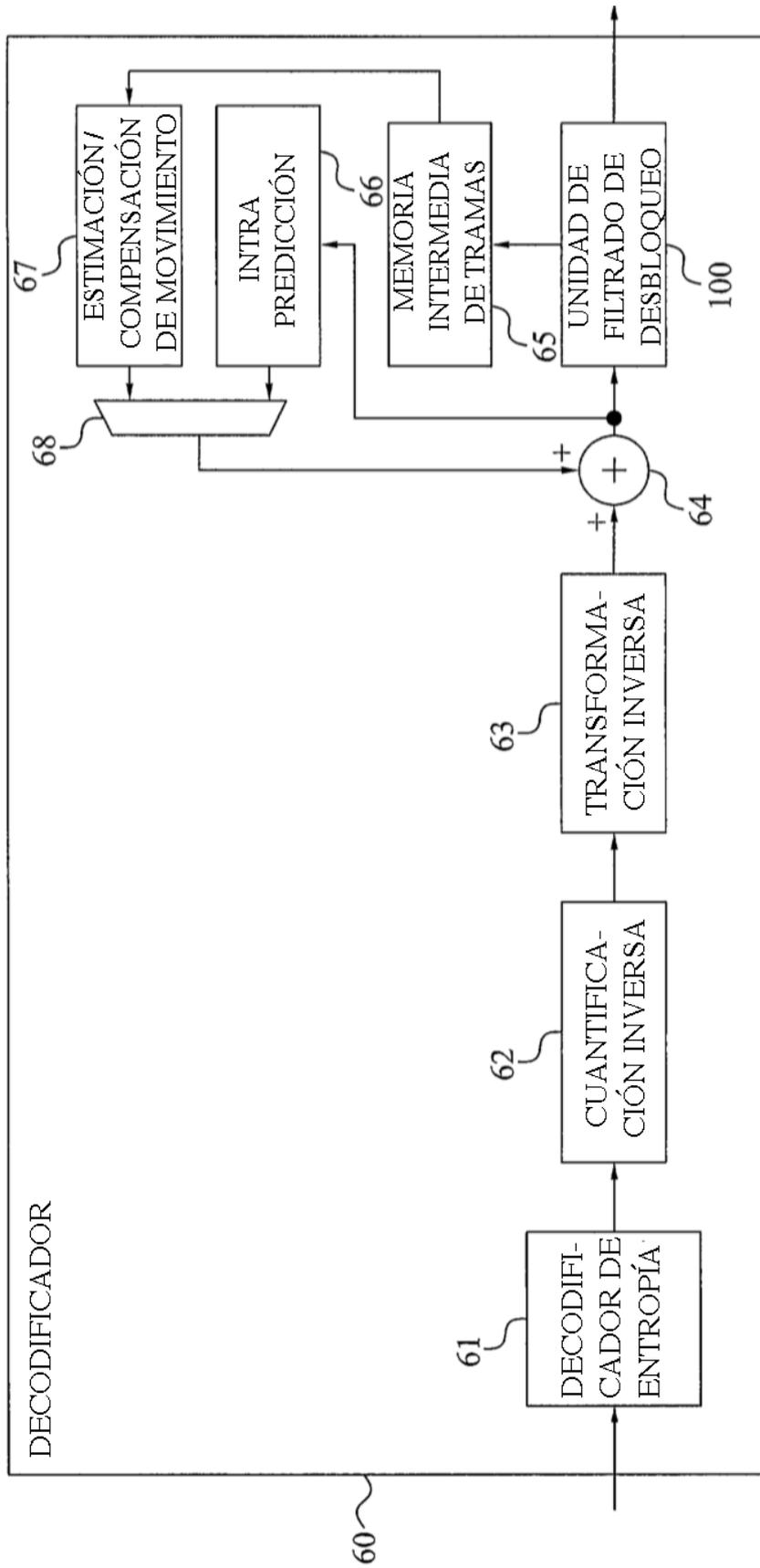


Fig. 12

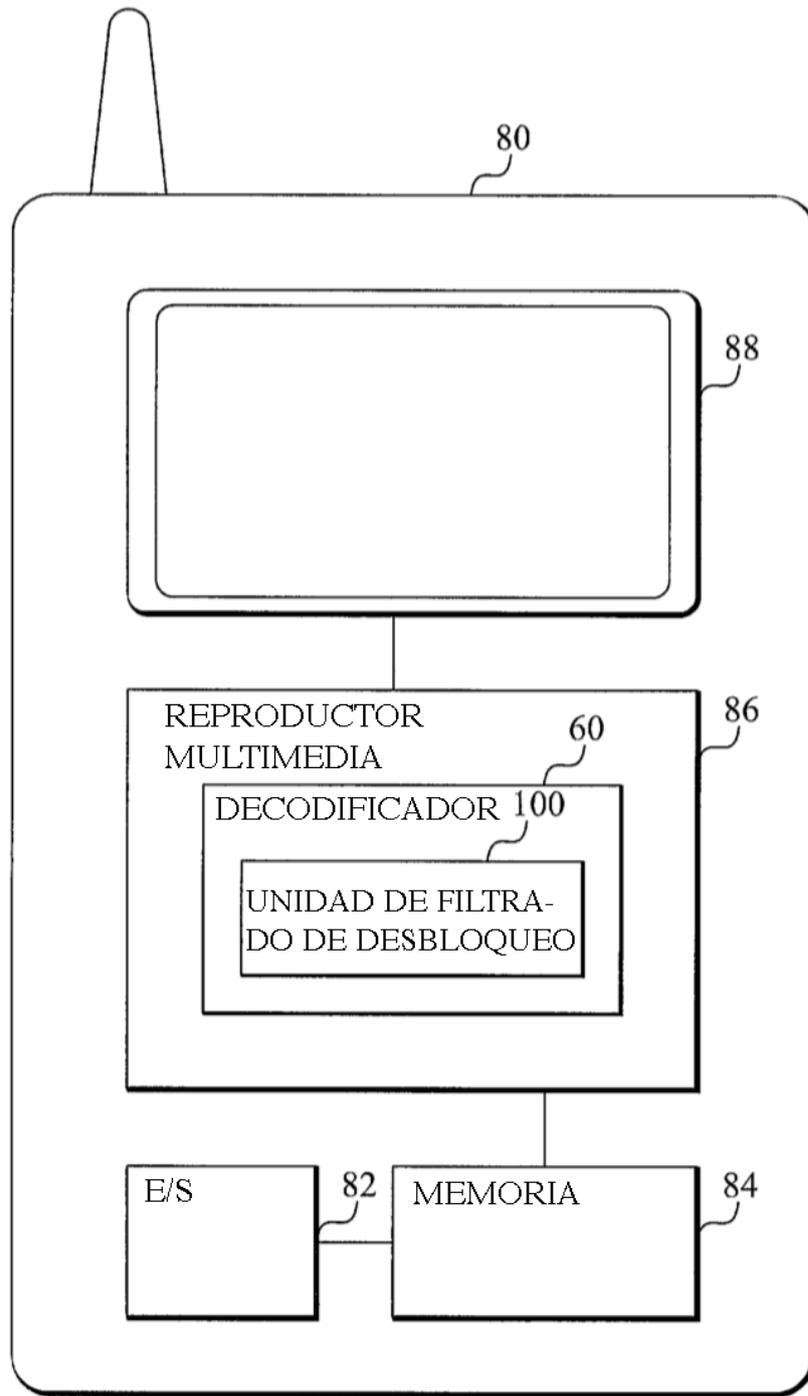


Fig. 13