

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 911**

51 Int. Cl.:

H04N 19/82 (2014.01)

H04N 19/117 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2011** E 15191967 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2017** EP 2999227

54 Título: **Procedimiento y aparato para codificar vídeo compensando valor de píxel de acuerdo con grupos de píxeles, y procedimiento y aparato para decodificar vídeo mediante lo mismo**

30 Prioridad:

05.04.2010 KR 20100031143

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

04.08.2017

73 Titular/es:

**SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu
Suwon-si, Gyeonggi-do 16677, KR**

72 Inventor/es:

**ALSHIN, ALEXANDER;
ALSHINA, ELENA y
SHLYAKHOV, NIKOLAY**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 628 911 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

Procedimiento y aparato para codificar vídeo compensando valor de píxel de acuerdo con grupos de píxeles, y procedimiento y aparato para decodificar vídeo mediante lo mismo

Campo técnico

- 5 Los aparatos coherentes con las realizaciones ejemplares se refieren a codificar y decodificar un vídeo.

Antecedentes de la técnica

- 10 A medida que se está desarrollando y suministrando el hardware para reproducir y almacenar contenido de vídeo de alta resolución o alta calidad, está aumentando una necesidad de un códec de vídeo para codificar o decodificar de manera eficaz el contenido de vídeo de alta resolución o alta calidad. En un códec de vídeo de la técnica relacionada, un vídeo se codifica de acuerdo con un procedimiento de codificación limitado basándose en un macrobloque que tiene un tamaño predeterminado.

La calidad de una imagen puede distorsionarse debido a la codificación y decodificación de un vídeo, y puede añadirse un módulo de post-procesamiento a un decodificador para una imagen restaurada para mejorar la calidad de la imagen restaurada.

- 15 El artículo YU LIU y col. "Unified Loop Filter for Video Coding", 91. MPEG MEETING; 18-1-2010 – 22-1-2010; KIOTO; (MOTION PICTURE EXPERT GROUP OR ISO/IEC JTC1/SC29/WG11), n.º M17171, 16 de enero de 2010 describe un filtro de bucle unificado para codificación de vídeo, que suprime el ruido de cuantificación óptimamente y mejora el filtro de potenciación objetivo y subjetivo y el filtro de restauración lineal en la estructura de optimización clásica de un mínimo error cuadrático medio. Para adaptar las características de error de cuantificación localmente
20 diversas, se emplea la estrategia basada en clasificación para diseñar filtros de bucle unificados con diferentes características, que mejoran adicionalmente las capacidades de la restauración de instantánea y filtración de bucle

Divulgación

Problema técnico

- 25 Una o más realizaciones ejemplares proporcionan un procedimiento y aparato para codificar vídeo, y un procedimiento y aparato para decodificar vídeo, para compensar un valor de píxel de un grupo de píxeles predeterminado.

Solución técnica

De acuerdo con un aspecto ejemplar, se proporciona un aparato para decodificación de vídeo.

Efectos ventajosos

- 30 En el aparato de decodificación de vídeo de acuerdo con realizaciones ejemplares pueden determinarse valores promedio de errores de valores mínimos locales y valores máximos locales de un grupo de píxeles predeterminado entre una imagen restaurada y una imagen original, y puede tener lugar la compensación para valores de píxel de píxeles restaurados en el grupo de píxeles predeterminado.

Descripción de los dibujos

- 35 La Figura 1 es un diagrama de bloques de un aparato para codificar un vídeo para compensar un valor de píxel; la Figura 2 es un diagrama de bloques de un aparato para decodificar un vídeo para compensar un valor de píxel, de acuerdo con una realización ejemplar;
la Figura 3 ilustra píxeles restaurados vecinos a compararse a un píxel restaurado para determinar un nivel de valor extremo del píxel restaurado;
40 la Figura 4 es un diagrama de flujo para describir filtración de bucle adaptativa;
la Figura 5 es un diagrama de flujo para describir filtración de bucle adaptativa;
la Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de codificación de un vídeo para compensar un valor de píxel;
la Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de decodificación de un vídeo compensando un
45 valor de píxel;
la Figura 8 es un diagrama de bloques de un aparato para codificar un vídeo compensando un valor de píxel después de realizar filtración de bucle basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol;
la Figura 9 es un diagrama de bloques de un aparato para decodificar un vídeo compensando un valor de píxel después de realizar filtración de bucle basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, de
50 acuerdo con una realización ejemplar;
la Figura 10 es un diagrama para describir un concepto de unidades de codificación;
la Figura 11 es un diagrama de bloques de un codificador de imagen basándose en unidades de codificación;
la Figura 12 es un diagrama de bloques de un decodificador de imagen basándose en unidades de codificación de

acuerdo con una realización ejemplar;

la Figura 13 es un diagrama que ilustra unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades, y particiones;

5 la Figura 14 es un diagrama para describir una relación entre una unidad de codificación y unidades de transformación;

la Figura 15 es un diagrama para describir información de codificación de unidades de codificación que corresponden a una profundidad codificada;

la Figura 16 es un diagrama de unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades;

10 las Figuras 17 a 19 son diagramas para describir una relación entre unidades de codificación, unidades de predicción y unidades de transformación;

la Figura 20 es un diagrama para describir una relación entre una unidad de codificación, una unidad de predicción o una partición, y una unidad de transformación, de acuerdo con modo de codificación información de la Tabla 2;

15 la Figura 21 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de codificación de un vídeo compensando un valor de píxel después de realizar filtración de bucle basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol; y

la Figura 22 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de decodificación de un vídeo compensando un valor de píxel después de realizar filtración de bucle basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol.

Mejor modo

20 De acuerdo con un aspecto de otro ejemplo se proporciona un aparato para decodificar un vídeo como se expone en la reivindicación adjunta 1.

Modo para la invención

En lo sucesivo, se describirán realizaciones ejemplares más completamente con referencia a los dibujos adjuntos. Expresiones tales como "al menos uno de", cuando preceden a una lista de elementos, modifican la lista completa de elementos y no modifican los elementos individuales de la lista.

25 Un procedimiento y aparato para codificar un vídeo, y un procedimiento y aparato para decodificar un vídeo, compensando errores de valores de píxel de un grupo de píxeles predeterminado, de acuerdo con las realizaciones ejemplares se describirá ahora con referencia a las Figuras 1 a 22. En detalle, se describirá codificar y decodificar un vídeo compensando un valor de píxel después de realizar filtración de bucle, de acuerdo con las realizaciones ejemplares con referencia a las Figuras 1 a 7, y se describirá codificar y decodificar un vídeo para compensar un valor de píxel después de realizar filtración de bucle basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol con referencia a las Figuras 8 a 22.

En lo sucesivo, la codificación y decodificación de un vídeo compensando un valor de píxel después de realizar filtración de bucle de acuerdo con las realizaciones ejemplares se describirá con referencia a las Figuras 1 a 7.

35 La Figura 1 es un diagrama de bloques de un aparato 10 de codificación de vídeo para compensar un valor de píxel.

El aparato de codificación de vídeo incluye un codificador 12, un generador 14 de imagen restaurada, un determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles y un transmisor 18. Las operaciones del codificador 12, el generador 14 de imagen restaurada y el determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles del aparato 10 de codificación de vídeo pueden controlarse de manera orgánica mediante un procesador de codificación de vídeo, un procesador central, un procesador de gráficos o similares.

El codificador 12 codifica una imagen en una unidad de instantánea de entre una secuencia de imágenes de entrada. El codificador puede generar datos de imagen codificados realizando estimación de movimiento, inter predicción, intra predicción, transformación y cuantificación en una imagen de entrada.

45 El codificador 12 puede usar cualquier procedimiento de codificación de vídeo, tal como MPEG 1, 2, 4 y H.26x. Por ejemplo, el codificador 12 puede usar un procedimiento de codificación de vídeo basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, que se describirá más tarde con referencia a las Figuras 8 a 22.

El generador 14 de imagen restaurada puede recibir los datos de imagen codificados mediante el codificador 12, y generar una imagen restaurada decodificando los datos de imagen codificados y realizando filtración de bucle en los datos de imagen decodificados.

50 El generador 14 de imagen restaurada puede generar los datos de imagen decodificados realizando cuantificación inversa, transformación inversa, inter predicción, compensación de movimiento e intra predicción en los datos de imagen codificados.

La decodificación realizada en los datos de imagen codificados mediante el generador 14 de imagen restaurada puede realizarse como procedimientos inversos de un procedimiento de codificación de vídeo realizado mediante el codificador 12. Por ejemplo, se describirá más tarde el aparato 10 de codificación de vídeo cuando el codificador 12

y el generador 14 de imagen restaurada realizan el procedimiento de codificación de un vídeo, con referencia a las Figuras 8 a 22.

5 El generador 14 de imagen restaurada puede realizar filtración en bucle en los datos de imagen decodificados. La filtración en bucle puede incluir de manera selectiva filtración de desbloqueo y filtración de bucle adaptativa. La filtración de bucle adaptativa puede realizarse usando una pluralidad de filtros unidimensionales continuos. La filtración de bucle adaptativa de acuerdo con las realizaciones ejemplares se describirá en detalle más tarde con referencia a las Figuras 4 y 5.

10 El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles recibe la imagen de entrada y la imagen restaurada emitidas mediante el generador 14 de imagen restaurada, determina un valor de compensación acerca de un error entre cada píxel restaurado de un grupo predeterminado en la imagen restaurada, y un correspondiente píxel original en la imagen de entrada, y determina un grupo de píxeles que incluyen píxeles restaurados a compensarse usando el valor de compensación.

15 El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles compara valores de píxel de píxeles restaurados vecinos de entre los píxeles restaurados en la imagen restaurada, y determina un nivel de valor de extremo y/o de borde que indica una cercanía a un valor máximo y un valor mínimo. En lo sucesivo, por conveniencia de explicación, un 'nivel de valor de extremo y/o de borde' puede representar al menos uno de un nivel de valor de borde y un nivel de valor de borde. El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar los píxeles restaurados vecinos en grupos de píxeles que incluyen píxeles restaurados que tienen el mismo nivel de valor de extremo y/o de borde, basándose en cada nivel de valor de extremo y/o de borde de los píxeles restaurados.

20 El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar al menos un grupo de píxeles de nivel de valor de extremo y/o de borde de entre los grupos de píxeles clasificados como un grupo de píxeles que tiene valores de píxel a compensarse. El grupo 16 de valor de compensación y píxeles puede determinar compensar valores de píxel de grupos de píxeles de niveles de valor de extremo y/o borde mínimo y máximo, o valores de píxel de grupos de píxeles de niveles de valor de extremo y/o de borde en un intervalo predeterminado. Un procedimiento de determinación de un objetivo a compensarse basándose en niveles de valor de extremo y/o de borde de píxeles restaurados vecinos se describirá más tarde con referencia a la Figura 3.

25 El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar compensar valores de píxel de grupos de píxeles de acuerdo con las bandas. El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede dividir un intervalo total de valores de píxel de los píxeles restaurados en una pluralidad de bandas de división para asignar grupos de píxeles de los píxeles restaurados. El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede clasificar píxeles restaurados en la misma banda en grupos de píxeles de acuerdo con las bandas, basándose en los valores de píxel de los píxeles restaurados. En este punto, todos los valores de píxel de los píxeles restaurados en el grupo de píxeles de acuerdo con las bandas pueden determinarse para compensarse, y el determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar de manera separada un valor de compensación para cada grupo de píxeles de acuerdo con las bandas.

30 Para procesamiento a alta velocidad, el intervalo total de los valores de píxel puede dividirse en un número de bandas idéntico a un número de 2 a la potencia de un número entero positivo. Para procesamiento a alta velocidad, cuando un número de bits más significativos en una profundidad de bits de una cadena de bits de los píxeles restaurados es p , el intervalo total de los valores de píxel puede dividirse en un número de bandas idéntico a un número de 2^p . Como alternativa, el intervalo total de los valores de píxel puede ser idéntico a un intervalo de profundidad de bits extendida del píxel restaurado.

35 El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede analizar la imagen restaurada, detectar líneas en una dirección predeterminada, y clasificar los píxeles restaurados en grupos de píxeles de acuerdo con las líneas que incluyen píxeles restaurados en la misma línea. Cuando se detectan líneas en diversas direcciones, tal como una dirección horizontal, una dirección vertical, una dirección diagonal, una dirección curvada y una dirección de límite de un objeto predeterminado, los píxeles que forman cada línea pueden clasificarse en un grupo de píxeles. El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar de manera individual un valor de compensación para cada grupo de píxeles de acuerdo con las líneas.

40 El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar un valor promedio de errores entre los píxeles restaurados a compensarse y píxeles originales correspondientes como el valor de compensación. El error entre el píxel restaurado y el píxel original puede incluir una diferencia entre el píxel restaurado y el píxel original, un valor absoluto de la diferencia o un cuadrado de la diferencia. El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar un valor de compensación para que se aplique igualmente a todos los píxeles restaurados a compensar, o determinar de manera individual un valor de compensación de acuerdo con grupos de píxeles clasificados de acuerdo con las características.

45 El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar el píxel restaurado a compensar y determinar un valor de compensación correspondiente, de acuerdo con al menos una unidad de datos de entre

una secuencia de imagen, un corte, un fotograma y una unidad de codificación del vídeo de entrada.

5 El transmisor 18 recibe y codifica el valor de compensación determinado mediante el determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles. El transmisor 18 recibe los datos de imagen codificados mediante el codificador 12, y genera y emite un flujo de bits que incluye el valor de compensación codificado y los datos de imagen codificados. Los datos de imagen codificados pueden convertirse en un formato de flujo de bits mediante codificación por entropía, e insertarse en un flujo de bits para transmisión.

10 El transmisor 18 puede recibir información adicional acerca de un procedimiento de determinación de un grupo de píxeles a partir del determinador de valor de compensación y grupo de píxeles, y codificar e insertar la información adicional en el flujo de bits. Puesto que el procedimiento puede ser basándose en los niveles de valor de extremo y/o de borde, bandas, o líneas como se ha descrito anteriormente, puede transmitirse la información que indica cómo se emplea el valor de compensación y un grupo de píxeles usando el valor de compensación.

15 Cuando el generador 14 de imagen restaurada realiza la filtración de bucle adaptativa, el transmisor 18 puede recibir información acerca de un coeficiente de filtro de bucle para la filtración de bucle adaptativa, y codificar e insertar la información en el flujo de bits. El aparato 10 de codificación de vídeo puede dividir la imagen a partes de una forma cuadrada, una forma rectangular o incluso forma irregular y realizar corrección selectiva para únicamente grupos específicos de píxeles en la región concreta. Basándose en las partes de división de la imagen, los valores de píxel pueden compensarse de manera adaptativa a los contenidos de la imagen. También, el aparato 10 de codificación de vídeo puede transmitir información con respecto a grupos de píxeles a corregirse mediante señalización explícita y señalización implícita.

20 El aparato 10 de codificación de vídeo puede proporcionar la información acerca del valor de compensación obtenida durante la codificación a un decodificador de modo que el decodificador puede soportar un post-procesamiento que puede realizarse para reducir un error entre la imagen restaurada y la imagen original. También, puesto que se determina el valor de compensación de acuerdo con los grupos de píxeles, puede reducirse una cantidad de bits de transmisión únicamente codificando y transmitiendo la información acerca del valor de compensación, sin tener que codificar y transmitir información acerca de una localización de píxeles individuales.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un aparato 20 de decodificación de vídeo para compensar un valor de píxel, de acuerdo con una realización ejemplar.

30 El aparato 20 de decodificación de vídeo incluye un restador 22, un generador 24 de imagen restaurada, un determinador 26 de grupo de píxeles y un compensador 28 de píxeles restaurados. Las operaciones del extractor 22, el generador 24 de imagen restaurada, el determinador 26 de grupo de píxeles y el compensador 28 de píxeles restaurados del aparato 20 de decodificación de vídeo pueden controlarse de manera orgánica mediante un procesador de decodificación de vídeo, un procesador central, un procesador de gráficos o similares.

35 El extractor 22 recibe y analiza un flujo de bits acerca de una imagen codificada, y extrae datos de imagen codificados e información relacionada con un valor de compensación a partir del flujo de bits. La información relacionada con el valor de compensación puede incluir información acerca del valor de compensación. Cuando la información relacionada con el valor de compensación incluye adicionalmente información acerca de un procedimiento de determinación de un grupo de píxeles a compensarse usando el valor de compensación, el extractor 22 puede extraer el valor de compensación y la información acerca del procedimiento a partir del flujo de bits. El extractor 22 puede extraer al menos uno del valor de compensación y la información relacionada con el valor de compensación de acuerdo con al menos una unidad de datos de entre una secuencia de imagen, un corte, un fotograma y una unidad de codificación de un vídeo de entrada.

40 El extractor 22 puede extraer información de codificación, tal como un procedimiento de codificación y un modo de codificación, que se usan para decodificar los datos de imagen codificados. Cuando la información acerca de un coeficiente de filtro de bucle para filtración de bucle adaptativa se inserta en el flujo de bits, el extractor 22 puede extraer la información acerca del coeficiente de filtro de bucle a partir del flujo de bits.

45 El generador 24 de imagen restaurada recibe los datos de imagen codificados, la información de codificación y la información acerca del coeficiente de filtro de bucle, que se extraen mediante el extractor 22, y genera una imagen restaurada decodificando los datos de imagen codificados y realizando la filtración de bucle en los datos de imagen decodificados.

50 La decodificación de los datos de imagen codificados puede realizarse como procedimientos inversos de un procedimiento de codificación de vídeo realizado en los datos de imagen codificados. Por ejemplo, cuando los datos de imagen codificados se codifican y transmiten de acuerdo con un procedimiento de codificación de vídeo basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, el generador 24 de imagen restaurada puede decodificar los datos de imagen codificados de acuerdo con un procedimiento de decodificación de vídeo basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol.

55 El generador 24 de imagen restaurada puede realizar de manera selectiva filtración en bucle, tal como filtración de desbloqueo y filtración de bucle adaptativa, en los datos de imagen decodificados. La filtración de bucle adaptativa

puede realizarse usando una pluralidad de filtros unidimensionales continuos.

5 El determinador 26 de grupo de píxeles puede recibir la imagen restaurada generada mediante el generador 24 de imagen restaurada, y la información relacionada con el valor de compensación extraído mediante el extractor 22, y determinar un grupo de píxeles que incluye píxeles restaurados a compensarse usando el valor de compensación, de entre píxeles restaurados de un grupo predeterminado en la imagen restaurada. El compensador 28 de píxeles restaurados recibe el valor de compensación extraído mediante el extractor 22, y la información acerca del grupo de píxeles determinado mediante el determinador 26 de grupo de píxeles, y compensa los valores de píxel de los píxeles restaurados usando el valor de compensación y emite la imagen restaurada que tiene los valores de píxel restaurados.

10 Cuando se extrae la información acerca del procedimiento de determinación del grupo de píxeles mediante el extractor 22, el determinador 26 de grupo de píxeles puede determinar el grupo de píxeles que tiene los valores de píxel a compensarse usando el procedimiento. Por ejemplo, el determinador 26 de grupo de píxeles puede determinar si clasificar los píxeles restaurados de acuerdo con niveles de valor de extremo y/o de borde, bandas de valores de píxeles, o líneas y determinar el grupo de píxeles basándose en el procedimiento.

15 El determinador 26 de grupo de píxeles puede determinar un nivel de valor de extremo y/o de borde de acuerdo con píxeles restaurados comparando valores de píxel de píxeles restaurados vecinos en la imagen restaurada. El determinador 26 de grupo de píxeles puede clasificar los píxeles restaurados vecinos basándose en los niveles de valor de extremo y/o de borde, y determinar un grupo de píxeles que incluye los píxeles restaurados de al menos un nivel de valor de extremo y/o de borde predeterminado como un grupo de píxeles que incluye píxeles restaurados que tienen valores de píxel a compensarse usando el valor de compensación. El compensador 28 de píxeles restaurados puede compensar los valores de píxel de los píxeles restaurados en el grupo de píxeles determinado, usando el valor de compensación.

25 Como alternativa, el determinador 26 de grupo de píxeles puede clasificar los píxeles restaurados en la imagen restaurada en grupos de píxeles de acuerdo con las bandas, basándose en bandas obtenidas dividiendo una sección total de los valores de píxel. El compensador 28 de píxeles restaurados puede compensar los valores de píxel de los píxeles restaurados en el grupo de píxeles de acuerdo con las bandas, usando un valor de compensación de acuerdo con las bandas para los píxeles restaurados en el grupo de píxeles de acuerdo con las bandas.

30 La sección total de los valores de píxel puede dividirse en un número de bandas igual a un número de 2 a la potencia de un número entero positivo. En este punto, un índice del número de 2 a la potencia de un número entero positivo puede determinarse basándose en un número de bits más significativos en una profundidad de bits de los píxeles restaurados. También, la sección total de los valores de píxel puede ser un intervalo de profundidad de bits extendida de los píxeles restaurados.

35 El determinador 26 de grupo de píxeles puede clasificar los píxeles restaurados de la imagen restaurada en grupos de píxeles de acuerdo con las líneas. El compensador 28 de píxeles restaurados puede compensar valores de píxel de los píxeles restaurados en el grupo de píxeles de acuerdo con las líneas, usando un valor de compensación para el grupo de píxeles de acuerdo con las líneas. El determinador 26 de grupo de píxeles puede detectar píxeles restaurados que forman líneas en al menos una dirección horizontal, una dirección vertical, una dirección diagonal, una dirección curvada o una dirección de límite de un objeto predeterminado, de entre los píxeles restaurados de la imagen restaurada.

45 El valor de compensación puede determinarse y transmitirse usando un valor promedio de errores entre los píxeles restaurados y píxeles originales correspondientes durante la codificación. El compensador 28 de píxeles restaurados puede compensar todos los valores de píxel de los píxeles restaurados a compensarse usando un valor de compensación. Como alternativa, cuando el valor de compensación extraído mediante el extractor 22 se establece de acuerdo con grupos de píxeles, el compensador 28 de píxeles restaurados puede compensar los valores de píxel usando el valor de compensación determinado de manera individual de acuerdo con los grupos de píxeles.

50 El aparato 10 de codificación de vídeo y el aparato 20 de decodificación de vídeo pueden compensar un error sistemático generado entre una imagen restaurada y una imagen original cuando se decodifica y restaura una imagen codificada. El aparato 10 de codificación de vídeo puede transmitir información con respecto a grupos de píxeles a corregirse mediante señalización explícita y señalización implícita. El aparato 10 de codificación de vídeo y el aparato 20 de decodificación de vídeo pueden dividir la imagen en partes de una forma de cuadrado, una forma rectangular o incluso forma irregular realizar corrección selectiva para únicamente grupos específicos de píxeles en la región concreta. Basándose en las partes de división de la imagen, los valores de píxel pueden compensarse de manera adaptativa a los contenidos de la imagen.

55 Como un ejemplo del error sistemático entre la imagen restaurada y la imagen original, el valor promedio de los errores de valores de píxel entre píxeles restaurados en un grupo determinado y píxeles originales correspondientes puede no ser 0. Por consiguiente, el aparato 10 de codificación de vídeo y el aparato 20 de decodificación de vídeo compensan el error entre el píxel restaurado y el píxel original.

El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar un valor de compensación de acuerdo con la Ecuación 1 a continuación.

[Ecuación 1]

$$corr = \frac{\sum_{m=1}^M (Org(x_m, y_m) - Rec(x_m, y_m))}{M}$$

- 5 En este punto, m indica un número entero de 1 a M, y un valor promedio *corr* de errores entre valores de píxel *Org*(*x_m*, *y_m*) de un píxel original y valores de píxel *Rec*(*x_m*, *y_m*) de un píxel restaurado puede usarse como un valor de compensación de grupos de píxeles {(*x_m*, *y_m*)} que incluyen píxeles en las localizaciones (*x_m*, *y_m*).

El compensador 28 de píxeles restaurados puede compensar valores de píxel de píxeles restaurados en un grupo de píxeles de acuerdo con la Ecuación 2 a continuación.

- 10 [Ecuación 2]

$$Rec_{\text{corregido}}(x_m, y_m) = Rec(x_m, y_m) + corr$$

El compensador 28 de píxeles restaurados puede compensar los valores de píxel *Rec*(*x_m*, *y_m*) del píxel restaurado usando el valor de compensación *corr*, y emitir valores de píxel *Rec_{corregido}*(*x_m*, *y_m*) de acuerdo con píxeles como resultado de compensar los valores de píxel *Rec*(*x_m*, *y_m*) en los grupos de píxeles {(*x_m*, *y_m*}.

- 15 El aparato 10 de codificación de vídeo y el aparato 20 de decodificación de vídeo pueden clasificar los píxeles restaurados de acuerdo con una norma predeterminada, para determinar los grupos de píxeles que tienen los valores de píxel a compensar.

Los grupos de píxeles pueden clasificarse de acuerdo con niveles de valor de extremo y/o de borde. Un valor de extremo y/o borde local incluye un valor mínimo local y un valor máximo local. Un valor mínimo local *f*(*x_{min}*, *y_{min}*) y un valor máximo local *f*(*x_{max}*, *y_{max}*) en una coordenada vecina (*x*,*y*) en un intervalo predeterminado ϵ se definen respectivamente en las Ecuaciones 3 y 4 a continuación, con respecto a una función cuadrática *f*(*x*,*y*).

- 20

[Ecuación 3]

$$f(x,y) > f(x_{\min}, y_{\min}), \text{ si } |x_{\min} - x| + |y_{\min} - y| < \epsilon \text{ y } \epsilon > 0.$$

[Ecuación 4]

- 25 $f(x,y) < f(x_{\max}, y_{\max}), \text{ si } |x_{\max} - x| + |y_{\max} - y| < \epsilon \text{ (en el que, } \epsilon > 0).$

También, el valor mínimo local *f*(*x_{min}*, *y_{min}*) y el valor máximo local *f*(*x_{max}*, *y_{max}*) pueden definirse respectivamente en las Ecuaciones 5 y 6 a continuación, con respecto a un píxel de señal discreta (*x*,*y*).

[Ecuación 5]

$$f(x_{\min}, y_{\min}) < f(x_{\min}+1, y_{\min})$$

- 30 $f(x_{\min}, y_{\min}) < f(x_{\min}-1, y_{\min})$

$$f(x_{\min}, y_{\min}) < f(x_{\min}, y_{\min}+1)$$

$$f(x_{\min}, y_{\min}) < f(x_{\min}, y_{\min}-1)$$

[Ecuación 6]

$$f(x_{\max}, y_{\max}) < f(x_{\max}+1, y_{\max})$$

- 35 $f(x_{\max}, y_{\max}) < f(x_{\max}-1, y_{\max})$

$$f(x_{\max}, y_{\max}) < f(x_{\max}, y_{\max}+1)$$

$$f(x_{\max}, y_{\max}) < (x_{\max}, y_{\max}-1)$$

El aparato 10 de codificación de vídeo y el aparato 20 de decodificación de vídeo pueden determinar píxeles que corresponden al valor de extremo y/o de borde de entre píxeles restaurados vecinos predeterminados en líneas horizontales y verticales, de acuerdo con las Ecuaciones 5 y 6. También, los píxeles más vecinos, incluyendo, por ejemplo, los píxeles $(x_{\max}+1, y_{\max}+1)$, $(x_{\max}-1, y_{\max}+1)$, $(x_{\max}+1, y_{\max}-1)$ y $(x_{\max}-1, y_{\max}-1)$ en líneas diagonales, pueden incluirse en el procedimiento de clasificación de píxel. Los píxeles predeterminados pueden excluirse de los grupos de píxeles. Por ejemplo, si únicamente pueden clasificarse píxeles en la misma línea en un grupo de píxeles, otros píxeles lejos de la línea correspondiente pueden excluirse del grupo de píxeles.

Un fenómeno de planarización puede generarse mediante un sistema de codificación y decodificación de vídeo general. Por consiguiente, un valor mínimo local en una imagen restaurada es más alto que un valor de píxel de una imagen original, y un error entre valores mínimos locales de la imagen restaurada y la imagen original es un valor positivo. También, un valor máximo local en la imagen restaurada es más bajo que un valor de píxel de la imagen original, y un error entre valores máximos locales de la imagen restaurada y la imagen original es un valor negativo.

Por consiguiente, el aparato 10 de codificación de vídeo y el aparato 20 de decodificación de vídeo pueden determinar valores de errores promedios de valores mínimos locales y valores máximos locales de un grupo de píxeles predeterminado entre una imagen restaurada y una imagen original, y compensar valores de píxel de píxeles restaurados en el grupo de píxeles predeterminado. En lo sucesivo, un procedimiento de determinación de un nivel de valor de extremo y/o de borde de píxeles restaurados de un grupo de píxeles predeterminado, que se realiza mediante el determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles del aparato 10 de codificación de vídeo, y el determinador 26 de grupo de píxeles del aparato 20 de decodificación de vídeo, se describirá con referencia a la Figura 3.

La Figura 3 ilustra los píxeles 32, 34, 35 y 37 restaurados vecinos a compararse a un píxel 30 restaurado actual para determinar un nivel de valor de extremo y/o de borde del píxel 30 restaurado actual. Por conveniencia de explicación, la Figura 3 ilustra únicamente los píxeles 32, 34, 35 y 37 restaurados vecinos. Sin embargo, los píxeles comparados al píxel 30 restaurado actual no están limitados a los píxeles 32, 34, 35 y 37 restaurados vecinos en líneas horizontales y verticales.

El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles y el determinador 26 de grupo de píxeles pueden determinar un nivel de valor de extremo y/o de borde del píxel 30 restaurado actual comparando los píxeles 32, 34, 35 y 37 restaurados vecinos que están dispuestos en la parte superior, izquierda, derecha e inferior del píxel 30 restaurado actual, respectivamente, con el píxel 30 restaurado actual. Cuando un parámetro 'Pixel_Type' (Tipo_píxel) indica el nivel de valor de extremo y/o de borde del píxel 30 restaurado actual, $Rec[x][y]$ indica un valor de píxel del píxel 30 restaurado actual, y $Rec[x][y-1]$, $Rec[x-1][y]$, $Rec[x+1][y]$ y $Rec[x][y+1]$ respectivamente indican valores de píxel de los píxeles restaurados vecinos, el nivel de valor de extremo y/o de borde puede determinarse como las siguientes fórmulas de clasificación:

```

35 Pixel_Type = 0;
   if(Rec[x][y] > Rec[x-1][y]) Pixel_Type ++;
   if(Rec[x][y] < Rec[x-1][y]) Pixel_Type --;
   if(Rec[x][y] > Rec[x+1][y]) Pixel_Type ++;
   if(Rec[x][y] < Rec[x+1][y]) Pixel_Type --;
40 if(Rec[x][y] > Rec[x][y-1]) Pixel_Type ++;
   if(Rec[x][y] < Rec[x][y-1]) Pixel_Type --;
   if(Rec[x][y] > Rec[x][y+1]) Pixel_Type ++;
   if(Rec[x][y] < Rec[x][y+1]) Pixel_Type --.

```

Los valores máximos y mínimos de 'Pixel_Type' pueden suponerse como +4 y -4.

45 Si el patrón de clasificación de píxel tiene diferente forma de un patrón de clasificación de píxel ejemplar mostrado en la Figura 3, entonces las fórmulas de clasificación deberían modificarse correspondientemente. Por ejemplo, durante la detección de borde en la dirección diagonal de ángulo 45°, los píxeles 31 y 38 se comparan al píxel 30 actual. El nivel de valor de extremo y/o de borde puede determinarse como las siguientes fórmulas de clasificación modificadas:

```

50 Pixel_Type = 0;
   if(Rec[x][y] > Rec[x-1][y-1]) Pixel_Type ++;

```

```

if(Rec[x][y] < Rec[x-1][y-1]) Pixel_Type --;
if(Rec[x][y] > Rec[x+1][y+1]) Pixel_Type ++;
if(Rec[x][y] < Rec[x+1][y+1]) Pixel_Type --;

```

En correspondencia, los valores máximo y mínimo de 'Pixel_Type' pueden suponerse como +2 y -2.

5 En otras palabras, el nivel de valor de extremo y/o de borde se determina comparando valores de píxel de los píxeles 32, 34, 35 y 37 restaurados vecinos en un intervalo predeterminado del píxel 30 restaurado actual con un valor de píxel del píxel 30 restaurado actual. Cuando el nivel de valor de extremo y/o de borde del píxel 30 restaurado actual es un nivel de valor de extremo y/o de borde máximo, es decir, M, el píxel 30 restaurado actual puede determinarse como un píxel máximo local, y cuando el nivel de valor de extremo y/o de borde del píxel 30 restaurado actual es un nivel de valor de extremo y/o de borde mínimo, es decir, -M, el píxel 30 restaurado actual puede determinarse como un píxel mínimo local. Un valor de M puede determinarse basándose en un número predeterminado de los píxeles restaurados vecinos analizados. El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles y el determinador 26 de grupo de píxeles pueden determinar píxeles restaurados determinados como un píxel máximo local y un píxel mínimo local según los píxeles a compensar.

15 Como tal, el determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles y el determinador 26 de grupo de píxeles determinan los niveles de valor de extremo y/o de borde de los píxeles restaurados en una unidad de datos actual, y determinan un grupo de píxeles que incluye píxeles restaurados que tienen el nivel de valor de extremo y/o de borde de M y un grupo de píxeles que incluye píxeles restaurados que tienen el nivel de valor de extremo y/o de borde de -M. El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar el valor promedio de los errores de los valores de píxel entre los píxeles restaurados y píxeles originales correspondientes de acuerdo con grupos de píxeles, y determinar el valor de compensación basándose en el valor promedio. El determinador 26 de grupo de píxeles y el compensador 28 de píxeles restaurados pueden compensar los valores de píxel de los píxeles restaurados de acuerdo con grupos de píxeles, usando el valor de compensación extraído de la información recibida acerca del valor de compensación.

25 El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles y el determinador 26 de grupo de píxeles pueden determinar un grupo de píxeles que incluye píxeles restaurados adyacentes al píxel máximo local y al píxel mínimo local como un objetivo a compensar. Por consiguiente, el determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles y el determinador 26 de grupo de píxeles pueden determinar valores de compensación para niveles de valor de extremo y/o de borde en un intervalo predeterminado que incluye el nivel de valor de extremo y/o borde máximo y el nivel de valor de extremo y/o borde mínimo. Por ejemplo, puesto que el nivel de valor de extremo y/o borde máximo es M como se ha descrito anteriormente, los píxeles restaurados que tienen un nivel de valor de extremo y/o de borde de M-1 son adyacentes al píxel máximo local.

35 Por consiguiente, el determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles y el determinador 26 de grupo de píxeles pueden determinar grupos de píxeles que incluyen píxeles restaurados que tienen un nivel de valor de extremo y/o de borde más alto que un valor positivo predeterminado como grupos de píxeles adyacentes al nivel de valor de extremo y/o de borde máximo, y grupos de píxeles que incluyen píxeles restaurados que tienen un nivel de valor de extremo y/o de borde más bajo que un valor negativo predeterminado como grupos de píxeles adyacentes al nivel de valor de extremo y/o de borde mínimo. Por ejemplo, cuando un nivel de valor de extremo y/o de borde es más alto que m o más bajo que -m, es decir, cuando el nivel de valor de extremo y/o de borde es -M, -(M-1), -(M-2), ..., -(m+1), (m+1), ..., (M-1), o M, puede determinarse un valor de compensación de acuerdo con niveles de valor de extremo y/o de borde.

45 Como alternativa, el determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede calcular el valor promedio de los errores entre los píxeles restaurados y los píxeles originales correspondientes de acuerdo con grupos de píxeles adyacentes al nivel de valor de extremo y/o de borde máximo, y determinar el valor de compensación de acuerdo con los grupos de píxeles. También, el determinador 26 de grupo de píxeles y el compensador 28 de píxeles restaurados pueden compensar los valores de píxel de los píxeles restaurados de acuerdo con grupos de píxeles, usando los valores de compensación de acuerdo con grupos de píxeles, que se extraen de la información acerca del valor de compensación.

50 En este punto, los 4 píxeles 32, 34, 35 y 37 restaurados vecinos dispuestos en la parte superior, izquierda, derecha e inferior del píxel 30 restaurado actual, respectivamente, se usan para determinar el nivel de valor de extremo y/o de borde, pero para clasificar el nivel de valor de extremo y/o de borde en detalle, pueden usarse 8 píxeles restaurados 31 a 38 alrededor del píxel 30 restaurado actual como píxeles restaurados vecinos para determinar el nivel de valor de extremo y/o de borde del píxel 30 restaurado actual.

55 Como alternativa, el aparato 10 de codificación de vídeo y el aparato 20 de decodificación de vídeo pueden clasificar valores de píxel en un número de bandas igual a o por encima de un número predeterminado.

Por ejemplo, cuando una profundidad de bits de píxeles restaurados es N, un intervalo total de valores de píxel $Rec[x][y]$ de los píxeles restaurados es $0 \leq Rec[x][y] \leq (2^N)-1$. En otras palabras, un valor máximo Max del valor de

pixel $Rec[x][y]$ es $(2^N)-1$, y una sección de los píxeles restaurados es $[0, Max]$. El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles y el determinador 26 de grupo de píxeles pueden dividir la sección de los píxeles restaurados en L bandas. En otras palabras, la banda del píxel restaurado puede dividirse en $[0, (Max + 1)/L-1]$, $[Max/L, 2*(Max + 1)/L-1]$ y $[2*Max/L, 3*(Max + 1)/L-1]$ a $[(L-1)*Max/L, L*(Max + 1)/L-1]$.

5 Los datos originales reales pueden estar dentro del rango $[Min, Max]$. Un valor mínimo Min y un valor máximo Max no son obligatoriamente iguales a 0 y $(2^N)-1$, respectivamente. El número de diferentes valores puede corresponder a un intervalo de datos originales reales, es decir, 'Range = Max-Min+1'. Si las bandas de los píxeles restaurados se dividen de manera uniforme, las bandas uniformes se dividen en $[Min, Range/L-1]$, $[Max/L, 2*Range/L-1]$ y $[2*Max/L, 3*Range/L - 1]$ a $[(L-1)*Range /L, Max]$. En otros ejemplos, las bandas de los píxeles restaurados pueden dividirse de manera no uniforme.

10 El número L de las bandas de división de la sección $[0, Max]$ de los píxeles restaurados puede ser un múltiplo de 2, y puede ser 16 o mayor para cálculo rápido. También, para cálculo rápido, el número L puede determinarse de tal manera que un número p de bits más significativos de los píxeles restaurados esté dentro de un índice de 2. Por ejemplo, cuando los bits más significativos del píxel restaurado son 4 bits ($p=4$), y una profundidad de bits extendida de los píxeles restaurados es 12 bits, el número L puede ser $2^p = 16$. Por consiguiente, la banda de los píxeles restaurados de la profundidad de bits extendida puede dividirse como se muestra en la Tabla 1 a continuación.

[Tabla 1]

Banda N.º	0	1	2	...	16
Banda de valores de píxel de píxel restaurado	[0, 255]	[256, 511]	[512, 767]	...	[3840, 4095]
Expresión hexadecimal de valor de píxel	[0x0000, 0x00FF]	[0x0100, 0x01FF]	[0x0200, 0x02FF]	...	[0x0F00, 0x0FFF]

20 Puesto que el cálculo de bit se realiza fácilmente cuando se divide la banda de los valores de píxel basándose en el número de bits más significativos de los píxeles restaurados, el determinador 26 de grupo de píxeles puede realizar de manera eficaz el cálculo para determinar la banda.

El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles y el determinador 26 de grupo de píxeles pueden clasificar píxeles restaurados en las mismas bandas en un grupo de píxeles de acuerdo con las bandas. Las bandas pueden dividirse basándose en valores mínimos y máximos reales de la señal original o reconstruida.

25 Un valor promedio de errores entre los píxeles restaurados incluidos en el grupo de píxeles de acuerdo con las bandas, y los píxeles originales no es 0. Por consiguiente, el determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar un valor de compensación usando el valor promedio de acuerdo con las bandas. También, el determinador 26 de grupo de píxeles y el compensador 28 de píxeles restaurados pueden compensar valores de píxel de los píxeles restaurados en el grupo de píxeles de acuerdo con las bandas, usando los valores de compensación de acuerdo con las bandas.

Como alternativa, el aparato 10 de codificación de vídeo y el aparato 20 de decodificación de vídeo pueden clasificar píxeles restaurados en grupos de píxeles que incluyen píxeles restaurados que forman una línea predeterminada.

35 El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles y el determinador 26 de grupo de píxeles pueden analizar características de imagen de la imagen restaurada, y detectar líneas en una dirección vertical, dirección horizontal, una dirección diagonal, una dirección curvada y una dirección de límite de un objeto predeterminado. El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles y el determinador 26 de grupo de píxeles pueden determinar píxeles restaurados que forman la misma línea como un grupo de píxeles de acuerdo con las líneas.

40 Un valor promedio de errores de valores de píxel entre píxeles restaurados incluidos en el grupo de píxeles de acuerdo con las líneas, y píxeles originales también no es 0. El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar un valor de compensación usando el valor promedio de acuerdo con las líneas. El determinador 26 de grupo de píxeles y el compensador 28 de píxeles restaurados pueden compensar valores de píxel de los píxeles restaurados en el grupo de píxeles de acuerdo con las líneas, usando el valor de compensación de acuerdo con las líneas.

5 El determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles y el determinador 26 de grupo de píxeles pueden determinar el valor de compensación de acuerdo con niveles de valor de extremo y/o de borde, de acuerdo con unidades de datos, tal como secuencias de imágenes, fotogramas o bloques de un vídeo. El transmisor 18 puede codificar y transmitir la información relacionada con el valor de compensación como información de tara. La precisión del valor de compensación aumenta a medida que se reduce una unidad de datos para determinar el valor de compensación de acuerdo con niveles de valor de extremo y/o de borde, pero la tara puede aumentar puesto que puede aumentar la información adicional para codificar y transmitir la información relacionada con el valor de compensación.

10 También, el extractor 22 puede extraer la información relacionada con el valor de compensación a partir de información de tara o información de encabezamiento de corte y compensar los valores de píxel de los píxeles restaurados usando el valor de compensación.

15 Los generadores 14 y 24 de imagen restaurada pueden realizar de manera selectiva filtración de bucle adaptativa en datos de imagen decodificados en un dominio espacial. Los generadores 14 y 24 de imagen restaurada pueden restaurar una instantánea actual realizando de manera continua la filtración unidimensional en una dirección horizontal y en una dirección vertical, de acuerdo con la filtración de bucle adaptativa.

20 El transmisor 18 del aparato 10 de codificación de vídeo puede codificar y emitir un coeficiente de filtro usado en la filtración de bucle adaptativa. También, puesto que puede establecerse un tipo, un número, un tamaño, un bit de cuantificación, un coeficiente, una dirección de filtración de cada filtro unidimensional y si se realiza filtración y filtración de ejecución para la filtración de bucle adaptativa, la información acerca de un conjunto de filtros unidimensionales de filtración de bucle puede codificarse y transmitirse.

El generador 24 de imagen restaurada puede inducir un coeficiente de filtro de cada filtro unidimensional usando información residual del coeficiente de filtro extraído del extractor 22.

25 Por ejemplo, un coeficiente de filtro actual de cada filtro unidimensional puede inducirse añadiendo una diferencia entre el coeficiente de filtro actual y un coeficiente de filtro anterior al coeficiente de filtro anterior. La filtración unidimensional continua puede realizarse en datos desbloqueados usando el coeficiente de filtro inducido de cada filtro unidimensional. El desbloqueo se realiza para reducir un efecto de bloqueo de datos decodificados, y la filtración de bucle minimiza un error entre la imagen restaurada y la imagen original.

Para un entendimiento más profundo, la filtración de bucle usando la filtración unidimensional continua en una dirección horizontal y en una dirección vertical se describirá con referencia a las siguientes ecuaciones.

30 El coeficiente de filtro actual puede inducirse de acuerdo con la Ecuación 7 a continuación.

[Ecuación 7]

$$c[i][j] = \text{adaptive_loop_filter_prev}[i][j] + \text{adaptive_loop_filter}[i][j].$$

35 En este punto, i indica un índice de un filtro unidimensional y j indica un índice de un coeficiente de filtro de un filtro unidimensional. $c[i][j]$ indica un coeficiente de filtro actual, $\text{adaptive_loop_filter_prev}[i][j]$ indica un coeficiente de filtro anterior, y $\text{adaptive_loop_filter}[i][j]$ indica un componente residual de un coeficiente de filtro transmitido como información de coeficiente de filtro.

En otras palabras, el coeficiente de filtro actual puede inducirse a partir de una suma del coeficiente de filtro anterior y el componente residual. Para inducir un coeficiente de filtro siguiente después de inducir el coeficiente de filtro actual, el coeficiente de filtro actual $c[i][j]$ se actualiza a $\text{adaptive_loop_filter_prev}[i][j]$.

40 La filtración de bucle usando filtración unidimensional puede realizarse de acuerdo con las Ecuaciones 8 y 9 a continuación. En las ecuaciones 8 y 9, i indica un índice en una dirección de anchura de una instantánea actual y j indica un índice en una dirección de altura de la instantánea actual.

[Ecuación 8]

45
$$q_{i,j} = (p_{i,j-4} * c[0][4] + p_{i,j-3} * c[0][3] + p_{i,j-2} * c[0][2] + p_{i,j-1} * c[0][1] + p_{i,j} * c[0][0] + p_{i,j+1} * c[0][1] + p_{i,j+2} * c[0][2] + p_{i,j+3} * c[0][3] + p_{i,j+4} * c[0][4]).$$

En este punto, $p_{i,j}$ indica datos desbloqueados de la instantánea actual, y $q_{i,j}$ indica datos filtrados unidimensionales en una dirección horizontal con respecto a los datos desbloqueados. Se usan 5 coeficientes de filtro para filtrar simétricamente 9 piezas de datos desbloqueados, usando un coeficiente de filtro c de un filtro simétrico.

[Ecuación 9]

50
$$f_{i,j} = (q_{i,j-4} * c[1][4] + q_{i,j-3} * c[1][3] + q_{i,j-2} * c[1][2] + q_{i,j-1} * c[1][1] + q_{i,j} * c[1][0] + q_{i,j+1} * c[1][1] + q_{i,j+2} * c[1][2] + q_{i,j+3} * c[1][3] + q_{i,j+4} * c[1][4]).$$

En este punto, $f_{i,j}$ indica datos filtrados unidimensionales en una dirección vertical con respecto a los datos filtrados unidimensionales $q_{i,j}$. Puesto que el coeficiente de filtro c usa un procedimiento de filtración de ejecución, la filtración unidimensional se realiza de manera continua en una dirección vertical en los datos filtrados unidimensionales en una dirección horizontal.

- 5 En el filtro simétrico, un filtro unidimensional puede establecer coeficientes de todos los filtros usando únicamente una pequeña cantidad de coeficientes, en comparación con un filtro bidimensional. Por consiguiente, los bits relacionados con características de filtro de una pluralidad de filtros unidimensionales, que se insertan en un flujo de bits de transmisión, pueden ser relativamente bajos en comparación con un filtro bidimensional.

- 10 También, la capacidad de memoria para almacenar datos temporales durante la filtración es más pequeña en el filtro unidimensional que en el filtro bidimensional. El caudal de filtración del filtro bidimensional es significativamente grande en comparación con el de la filtración unidimensional. En la filtración de ejecución, no es posible realizar un procedimiento paralelo de acuerdo con filtración múltiple usando el filtro bidimensional, pero es posible realizar un procedimiento paralelo usando el filtro unidimensional.

- 15 Sin embargo, la filtración de bucle no está limitada a la filtración unidimensional continua en direcciones horizontal y vertical. La filtración de bucle puede realizarse ya que un número predeterminado de filtros unidimensionales realizan filtración unidimensional continua, en la que cada filtración unidimensional se realiza en una dirección predeterminada.

- 20 El aparato 20 de decodificación de vídeo puede recibir información acerca de un conjunto de filtros unidimensionales, a parte de la información acerca del coeficiente de filtro, para comprobar un tipo, un número, un tamaño, un bit de cuantificación, un coeficiente, una dirección de filtración de cada filtro unidimensional, y si se realiza la filtración y la filtración de ejecución. Por consiguiente, el generador 24 de imagen restaurada puede realizar filtración de bucle combinando diversos filtros unidimensionales.

La filtración de bucle adaptativa realizada mediante los generadores 14 y 24 de imagen restaurada se describirá ahora con referencia a las Figuras 4 y 5.

- 25 La Figura 4 es un diagrama de flujo para describir filtración de bucle adaptativa.

- La filtración de bucle puede realizarse como una pluralidad de filtros unidimensionales que realizan de manera continua filtración. En la operación 41, se reciben datos de imagen decodificados. Como alternativa, pueden recibirse los datos de imagen en los que se realiza la filtración de desbloqueo después de la decodificación. En la operación 42, se determina si se han de usar todos del primero al enésimo filtro. Si se determina que no se han de usar del primero al enésimo filtro, se realiza la operación 46. Si se determina que se han de usar del primer al enésimo filtro en la operación 42, la filtración unidimensional puede realizarse de acuerdo con un orden de filtración, por ejemplo, el primer filtro realiza filtración unidimensional en una primera dirección de filtración en la operación 43 y el segundo filtro realiza filtración unidimensional en una segunda dirección de filtración en la operación 44, hasta que el enésimo filtro realiza la filtración unidimensional en una enésima dirección de filtración en la operación 45.
- 30

- 35 En la operación 46, los datos de imagen decodificados, datos de imagen desbloqueados, o los datos filtrados unidimensionales se almacenan en una memoria intermedia o se reproducen mediante un reproductor.

- Una dirección de filtración de un filtro unidimensional puede determinarse de manera adaptativa de acuerdo con características de una imagen local, analizando las características. Por ejemplo, la dirección de filtración puede determinarse de manera adaptativa como una dirección de borde de una imagen local para conservar un borde de la imagen local.
- 40

La Figura 5 es un diagrama de flujo para describir filtración de bucle adaptativa.

- 45 Cuando se reciben datos de imagen decodificados o datos de imagen desbloqueados en la operación 51, se detecta un borde para cada píxel de los datos de imagen decodificados o datos de imagen desbloqueados en la operación 52. En la operación 53, se realiza filtración unidimensional de acuerdo con el borde detectado, y se almacenan datos filtrados o reproducidos mediante un reproductor en la operación 54.

- La información acerca de un conjunto de filtros unidimensionales que incluye una dirección de filtro determinada de acuerdo con el borde se codifica y proporciona a un decodificador mientras se codifica un vídeo. La información acerca de un filtro de bucle se lee desde datos recibidos mientras se decodifica un vídeo, y la filtración unidimensional de acuerdo con una dirección de filtración, tal como una dirección de borde, puede realizarse mediante un filtro unidimensional predeterminado.
- 50

Un post-procesamiento que constituye la filtración de bucle puede reducir la distorsión entre una imagen original y una imagen restaurada, que se genera debido a compresión de pérdida compleja. También, una imagen filtrada de bucle puede usarse como una imagen de referencia para mejorar la calidad de una imagen obtenida realizando predicción o compensación de movimiento.

- Por consiguiente, los generadores 14 y 24 de imagen restaurada pueden realizar de manera selectiva filtración de bucle adaptativa considerando las características de una imagen, un entorno del sistema, o requisitos de usuario combinando filtros unidimensionales que tienen diversas características. Puesto que se usan filtros unidimensionales continuos en lugar de un filtro bidimensional para realizar la filtración de bucle adaptativa, la filtración de bucle adaptativa puede ser ventajosa en términos de memoria, caudal, cantidad de bits de transmisión, etc., en comparación con el filtro bidimensional. Cuando los generadores 14 y 24 de imagen restaurada realizan la filtración de bucle adaptativa, el transmisor 18 y el extractor 22 transmiten y reciben información obtenida codificando un componente residual de un coeficiente de filtro codificado, y por lo tanto puede reducirse una cantidad de información usada para la filtración de bucle adaptativa.
- La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de codificación de un vídeo para compensar un valor de píxel.
- En la operación 62, se codifica una secuencia de imágenes de entrada. En la operación 64, se decodifican los datos de imagen codificados, y se genera una imagen restaurada realizando filtración de bucle en los datos de imagen decodificados. La imagen restaurada puede generarse realizando filtración de bucle adaptativa, en la que al menos se realiza de manera continua una operación de filtración unidimensional en los datos de imagen decodificados o datos de imagen desbloqueados.
- En la operación 66, se determina un valor de compensación acerca de un error entre cada píxel restaurado de un grupo predeterminado en la imagen restaurada, y una imagen original correspondiente, y un grupo de píxeles que incluye píxeles restaurados a compensar. El grupo de píxeles que incluye los píxeles restaurados a compensar puede determinarse de acuerdo con niveles de valor de extremo y/o de borde de valores de píxel, bandas de valores de píxeles o líneas. El valor de compensación de acuerdo con grupos de píxeles puede determinarse basándose en un valor promedio de los errores.
- En la operación 68, se codifica el valor de compensación, y se transmite un flujo de bits del valor de compensación codificado y la secuencia de imágenes de entrada codificada. Cuando se determina el valor de compensación de acuerdo con grupos de píxeles más detallados, los valores de píxel pueden compensarse de manera precisa, pero la tara puede aumentar.
- La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de decodificación de un vídeo para compensar un valor de píxel.
- En la operación 72, se recibe y analiza un flujo de bits acerca de una imagen codificada, y se extraen los datos de imagen codificados y un valor de compensación del flujo de bits.
- En la operación 74, se decodifican los datos de imagen codificados, y se genera una imagen restaurada realizando filtración de bucle en los datos de imagen decodificados. La imagen restaurada puede generarse realizando filtración de bucle adaptativa, en la que al menos se realiza de manera continua una operación de filtración unidimensional en los datos de imagen decodificados o datos de imagen desbloqueados.
- En la operación 76, se determina un grupo de píxeles que incluye píxeles restaurados a compensarse usando el valor de compensación de entre píxeles restaurados en la imagen restaurada. El grupo de píxeles que incluye los píxeles restaurados a compensarse usando el valor de compensación puede determinarse de acuerdo con niveles de valor de extremo y/o de borde de valores de píxel de los píxeles restaurados, bandas de los valores de píxel, o líneas, de acuerdo con un procedimiento de determinación de un grupo de píxeles, basándose en información relacionada con el valor de compensación. En la operación 78, la imagen restaurada que tiene un error compensado puede emitirse compensando un error entre píxeles restaurados del grupo de píxeles determinado y píxeles originales usando el valor de compensación.
- De acuerdo con el procedimiento de codificación de un vídeo y el procedimiento de decodificación de un vídeo, la calidad de la imagen restaurada puede mejorarse compensando un error sistemático de la imagen restaurada, y la cantidad de bits de transmisión de información adicional para mejorar la calidad de la imagen restaurada puede reducirse puesto que únicamente se codifica y transmite la información acerca del valor de compensación de acuerdo con grupos de píxeles, y no se transmite la información acerca de las localizaciones de píxeles restaurados a compensar.
- En lo sucesivo, se describirá la codificación y decodificación de un vídeo para compensar un valor de píxel después de realizar filtración de bucle basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, de acuerdo con las realizaciones ejemplares, con referencia a las Figuras 8 a 22.
- La Figura 8 es un diagrama de bloques de un aparato 80 de codificación de vídeo para codificar un vídeo para compensar un valor de píxel después de realizar filtración de bucle basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol.
- El aparato 80 de codificación de vídeo incluye un codificador 81, un generador 84 de imagen restaurada, un determinador 87 de valor de compensación y grupo de píxeles y un transmisor 88. El codificador 81 incluye un

divisor 82 de unidad de codificación máxima y determinador 83 de profundidad codificada y modo de codificación. El generador 84 de imagen restaurada incluye un decodificador 85 y un realizador 86 de filtración de bucle.

5 El codificador 81 codifica una secuencia de imágenes de entrada. El codificador 81 puede codificar la secuencia de imágenes de entrada basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol. El divisor 82 de unidad de codificación máxima puede dividir una instantánea actual basándose en una unidad de codificación máxima para la instantánea actual de una imagen. La unidad de codificación máxima puede ser una unidad de datos que tiene un tamaño de 32x32, 64x64, 128x128, 256x256, etc., en la que una forma de la unidad de datos es un cuadrado que tiene una anchura y longitud en cuadrados de 2.

10 Si la instantánea actual es mayor que la unidad de codificación máxima, los datos de imagen de la instantánea actual pueden dividirse en la al menos una unidad de codificación máxima. Los datos de imagen pueden emitirse al determinador 83 de profundidad codificada y modo de codificación de acuerdo con la al menos una unidad de codificación máxima.

15 Una unidad de codificación puede estar caracterizada por un tamaño máximo y una profundidad. La profundidad indica un número de veces que se divide espacialmente la unidad de codificación a partir de la unidad de codificación máxima, y a medida que la profundidad se hace profunda, pueden dividirse unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades desde la unidad de codificación máxima a una unidad de codificación mínima. Una profundidad de la unidad de codificación máxima es una profundidad más superior y una profundidad de la unidad de codificación mínima es una profundidad más inferior. Puesto que un tamaño de una unidad de codificación que corresponde a cada profundidad se reduce a medida que la profundidad de la unidad de codificación máxima se hace profunda, una unidad de codificación que corresponde a una profundidad superior puede incluir una pluralidad de unidades de codificación que corresponden a profundidades inferiores.

20 Como se ha descrito anteriormente, los datos de imagen de la instantánea actual se dividen en las unidades de codificación máxima de acuerdo con un tamaño máximo de la unidad de codificación, y cada una de las unidades de codificación máxima puede incluir unidades de codificación más profundas que se dividen de acuerdo con las profundidades. Puesto que la unidad de codificación máxima se divide de acuerdo con las profundidades, los datos de imagen de un dominio espacial incluidos en la unidad de codificación máxima pueden clasificarse jerárquicamente de acuerdo con las profundidades.

25 Puede predeterminarse una profundidad máxima y un tamaño máximo de una unidad de codificación, que limita el número total de veces que se divide jerárquicamente una altura y una anchura de la unidad de codificación máxima.

30 El determinador 83 de profundidad codificada y modo de codificación codifica al menos una región de división obtenida dividiendo una región de la unidad de codificación máxima de acuerdo con las profundidades, y determina una profundidad para emitir unos datos de imagen codificados finalmente de acuerdo con la al menos una región de división. En otras palabras, el determinador 83 de profundidad codificada y modo de codificación determina una profundidad codificada codificando los datos de imagen en las unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades, de acuerdo con la unidad de codificación máxima de la instantánea actual, y seleccionando una profundidad que tiene el mínimo error de codificación. Por lo tanto, se emiten los datos de imagen codificados de la unidad de codificación que corresponden a la profundidad codificada determinada. También, las unidades de codificación que corresponden a la profundidad codificada pueden considerarse como unidades de codificación codificadas. La profundidad codificada determinada y los datos de imagen codificados de acuerdo con la profundidad codificada determinada se emiten al transmisor 88.

35 Los datos de imagen en la unidad de codificación máxima se codifican basándose en las unidades de codificación más profundas que corresponden a al menos una profundidad igual a o por debajo de la profundidad máxima, y los resultados de la codificación de los datos de imagen se comparan basándose en cada una de las unidades de codificación más profundas. Una profundidad que tiene el mínimo error de codificación puede seleccionarse después de comparar errores de codificación de las unidades de codificación más profundas. Al menos una profundidad codificada puede seleccionarse para cada unidad de codificación máxima.

40 El tamaño de la unidad de codificación máxima se divide a medida que una unidad de codificación se divide jerárquicamente de acuerdo con las profundidades, y a medida que el número de unidades de codificación aumenta. También, incluso si las unidades de codificación corresponden a la misma profundidad en una unidad de codificación máxima, se determina si dividir cada una de las unidades de codificación que corresponden a la misma profundidad a una profundidad inferior midiendo un error de codificación de los datos de imagen de cada una de las unidades de codificación, por separado. Por consiguiente, incluso cuando los datos de imagen se incluyen en una unidad de codificación máxima, los datos de imagen se dividen en regiones de acuerdo con las profundidades y los errores de codificación pueden diferenciarse de acuerdo con las regiones en la unidad de codificación máxima, y por lo tanto las profundidades codificadas pueden diferenciarse de acuerdo con las regiones en los datos de imagen. Por lo tanto, puede determinarse una o más profundidades codificadas en una unidad de codificación máxima, y los datos de imagen de la unidad de codificación máxima pueden dividirse de acuerdo con las unidades de codificación de al menos una profundidad codificada.

- Por consiguiente, el determinador 83 de profundidad codificada y modo de codificación puede determinar unidades de codificación que tienen una estructura de árbol incluidas en la unidad de codificación máxima. Las 'unidades de codificación que tienen una estructura de árbol' incluyen unidades de codificación que corresponden a una profundidad determinada para que sea la profundidad codificada, de entre todas las unidades de codificación más profundas incluidas en la unidad de codificación máxima. Una unidad de codificación de una profundidad codificada puede determinarse jerárquicamente de acuerdo con las profundidades en la misma región de la unidad de codificación máxima, y puede determinarse de manera independiente en diferentes regiones. De manera similar, una profundidad codificada en una región actual puede determinarse de manera independiente de una profundidad codificada en otra región.
- Una profundidad máxima es un índice relacionado con el número de veces de división de una unidad de codificación máxima a una unidad de codificación mínima. Una profundidad máxima puede indicar el número total de veces de división de la unidad de codificación máxima a la unidad de codificación mínima. Por ejemplo, cuando una profundidad de la unidad de codificación máxima es 0, una profundidad de una unidad de codificación, en la que la unidad de codificación máxima se divide una vez, puede establecerse a 1, y una profundidad de una unidad de codificación, en la que la unidad de codificación máxima se divide dos veces, puede establecerse a 2. En este punto, si la unidad de codificación mínima es una unidad de codificación en la que la unidad de codificación máxima se divide cuatro veces, existen 5 niveles de profundidad de profundidades 0, 1, 2, 3 y 4, y por lo tanto la profundidad máxima puede establecerse a 4.
- La codificación por predicción y transformación pueden realizarse de acuerdo con la unidad de codificación máxima. La codificación por predicción y la transformación se realizan también basándose en las unidades de codificación más profundas de acuerdo con una profundidad igual a o profundidades menores que la profundidad máxima, de acuerdo con la unidad de codificación máxima. La transformación puede realizarse de acuerdo con el procedimiento de transformación ortogonal o transformación de números enteros.
- Puesto que el número de unidades de codificación más profundas aumenta cada vez que la unidad de codificación máxima se divide de acuerdo con las profundidades, la codificación incluyendo codificación por predicción y transformación se realiza en todas las unidades de codificación más profundas generadas a medida que la profundidad se hace profunda. Por conveniencia de descripción, la codificación por predicción y la transformación se describirán ahora basándose en una unidad de codificación de una profundidad actual, en una unidad de codificación máxima.
- El aparato 80 de codificación de vídeo puede seleccionar de manera diversa un tamaño o forma de una unidad de datos para codificar los datos de imagen. Para codificar los datos de imagen, se realizan operaciones, tales como codificación por predicción, transformación y codificación por entropía, y en este momento, las mismas unidades de datos pueden usarse para todas las operaciones o pueden usarse diferentes unidades de datos para cada operación.
- Por ejemplo, el aparato 80 de codificación de vídeo puede seleccionar no únicamente una unidad de codificación para codificar los datos de imagen, sino también una unidad de datos diferente de la unidad de codificación para realizar la codificación por predicción en los datos de imagen en la unidad de codificación.
- Para realizar codificación por predicción en la unidad de codificación máxima, la codificación por predicción puede realizarse basándose en una unidad de codificación que corresponde a una profundidad codificada, es decir, basándose en una unidad de codificación que ya no se divide en unidades de codificación que corresponden a una profundidad inferior. En lo sucesivo, la unidad de codificación que ya no se divide y se hace una unidad de base para codificación por predicción se denominará ahora como una 'unidad de predicción'. Una partición obtenida dividiendo la unidad de predicción puede incluir una unidad de predicción o una unidad de datos obtenida dividiendo al menos una de una altura y una anchura de la unidad de predicción.
- Por ejemplo, cuando una unidad de codificación de $2N \times 2N$ (donde N es un número entero positivo) ya no se divide y se hace una unidad de predicción de $2N \times 2N$, un tamaño de una partición puede ser $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$ o $N \times N$. Ejemplos de un tipo de partición incluyen particiones simétricas que se obtienen dividiendo simétricamente una altura o una anchura de la unidad de predicción, particiones obtenidas dividiendo asimétricamente la altura o la anchura de la unidad de predicción, tal como $1:n$ o $n:1$, particiones que se obtienen dividiendo geoméricamente la unidad de predicción, y particiones que tienen formas arbitrarias.
- Un modo de predicción de la unidad de predicción puede ser al menos uno de un intra modo, un inter modo y un modo de salto. Por ejemplo, el intra modo o el inter modo pueden realizarse en la partición de $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$ o $N \times N$. También, el modo de salto puede realizarse únicamente en la partición de $2N \times 2N$. La codificación se realiza de manera independiente en una unidad de predicción en una unidad de codificación, seleccionando de esta manera un modo de predicción que tiene un mínimo error de codificación.
- El aparato 80 de codificación de vídeo puede realizar también la transformación en los datos de imagen en una unidad de codificación basándose no únicamente en la unidad de codificación para codificar los datos de imagen, sino también basándose en una unidad de datos que es diferente de la unidad de codificación.

Para realizar la transformación en la unidad de codificación, la transformación puede realizarse basándose en una unidad de datos que tiene un tamaño más pequeño o igual a la unidad de codificación. Por ejemplo, la unidad de datos para la transformación puede incluir una unidad de datos para un intra modo y una unidad de datos para un inter modo.

5 Una unidad de datos usada como una base de la transformación se denominará ahora como una 'unidad de transformación'. Una profundidad de transformación que indica el número de veces de división para alcanzar la unidad de transformación dividiendo la altura y anchura de la unidad de codificación puede establecerse también en la unidad de transformación. Por ejemplo, en una unidad de codificación actual de $2N \times 2N$, una profundidad de transformación puede ser 0 cuando el tamaño de una unidad de transformación es también $2N \times 2N$, puede ser 1 cuando cada una de la altura y anchura de la unidad de codificación actual se divide en dos partes iguales, divididas en total en 4^1 unidades de transformación, y el tamaño de la unidad de transformación es por lo tanto $N \times N$, y puede ser 2 cuando cada una de la altura y anchura de la unidad de codificación actual se divide en cuatro partes iguales, divididas en total en 4^2 unidades de transformación y el tamaño de la unidad de transformación es por lo tanto $N/2 \times N/2$. Por ejemplo, la unidad de transformación puede establecerse de acuerdo con una estructura de árbol jerárquica, en la que una unidad de transformación de una profundidad de transformación superior se divide en cuatro unidades de transformación de una profundidad de transformación inferior de acuerdo con las características jerárquicas de una profundidad de transformación.

Similar a la unidad de codificación, la unidad de transformación en la unidad de codificación puede dividirse de manera recursiva en regiones con tamaño más pequeño, de modo que la unidad de transformación puede determinarse de manera independiente en unidades de regiones. Por lo tanto, los datos residuales en la unidad de codificación pueden dividirse de acuerdo con la transformación que tiene la estructura de árbol de acuerdo con las profundidades de transformación.

La información de codificación de acuerdo con las unidades de codificación que corresponden a una profundidad codificada usa no únicamente información acerca de la profundidad codificada, sino también información relacionada con codificación por predicción y transformación. Por consiguiente, el determinador 83 de profundidad codificada y modo de codificación no únicamente determina una profundidad codificada que tiene un mínimo error de codificación, sino también determina un tipo de partición en una unidad de predicción, un modo de predicción de acuerdo con unidades de predicción, y un tamaño de una unidad de transformación para transformación.

El determinador 83 de profundidad codificada y modo de codificación pueden medir un error de codificación de unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades usando Optimización de Tasa-Distorsión basándose en multiplicadores de Lagrange.

El generador 84 de imagen restaurada decodifica datos de imagen codificados y genera una imagen restaurada realizando filtración de bucle en los datos de imagen decodificados. El decodificador 85 incluido en el generador 84 de imagen restaurada decodifica datos de imagen basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, que se codifican mediante el codificador 81. El decodificador 85 puede decodificar los datos de imagen codificados y emitir datos de imagen de un dominio espacial de acuerdo con las unidades de codificación máxima, basándose en la profundidad codificada y el modo de codificación determinado mediante el determinador 83 de profundidad codificada y modo de codificación.

El realizador 86 de filtración de bucle incluido en el generador 84 de imagen restaurada puede realizar filtración en bucle en los datos de imagen decodificados. La misma filtración de bucle adaptativa realizada de manera selectiva mediante el generador 14 de imagen restaurada puede realizarse mediante el realizador 86 de filtración de bucle. Por consiguiente, el realizador 86 de filtración de bucle puede realizar de manera continua filtración unidimensional en una dirección horizontal y filtración unidimensional en una dirección vertical para restaurar la instantánea actual. El realizador 86 de filtración de bucle puede emitir la imagen restaurada al determinador 87 de valor de compensación y grupo de píxeles.

El determinador 87 de valor de compensación y grupo de píxeles determina un valor de compensación acerca de un error entre cada uno de los píxeles restaurados de un grupo predeterminado en la imagen restaurada, y un correspondiente píxel original, y un píxel de grupo que incluye píxeles restaurados que tienen valores de píxel a compensar. El determinador 87 de valor de compensación y grupo de píxeles es un elemento técnico que corresponde al determinador 16 de valor de compensación y grupo de píxeles.

Por consiguiente, el determinador 87 de valor de compensación y grupo de píxeles pueden determinar un nivel de valor de extremo y/o de borde de píxeles restaurados vecinos de la imagen restaurada de acuerdo con píxeles restaurados, y clasificar los píxeles restaurados vecinos en grupos de píxeles de acuerdo con niveles de valor de extremo y/o de borde. Como alternativa, el determinador 87 de valor de compensación y grupo de píxeles puede clasificar los píxeles restaurados en grupos de píxeles de acuerdo con las bandas basándose en un valor de píxel. Como alternativa, el determinador 87 de valor de compensación y grupo de píxeles puede detectar líneas en una dirección predeterminada analizando la imagen restaurada, y clasificar los píxeles restaurados en grupos de píxeles de acuerdo con las líneas, que incluyen los píxeles restaurados en la misma línea.

- 5 El determinador 87 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar de manera individual un valor de compensación para cada grupo de píxeles usando un valor promedio de los errores entre el píxel restaurado y el correspondiente píxel original. El determinador 87 de valor de compensación y grupo de píxeles puede determinar un píxel restaurado a compensar de acuerdo con al menos una unidad de datos de entre una secuencia de imagen, un corte, un fotograma y una unidad de codificación de un vídeo de entrada, y determinar un valor de compensación que corresponde al píxel restaurado determinado a compensar. La información acerca del valor de compensación y el grupo de píxeles determinados mediante el determinador 87 de valor de compensación y grupo de píxeles puede emitirse al transmisor 88.
- 10 El transmisor 88 emite los datos de imagen de la unidad de codificación máxima, que se codifican basándose en la al menos una profundidad codificada determinada mediante el determinador 83 de profundidad codificada y modo de codificación, e información acerca del modo de codificación de acuerdo con la profundidad codificada, en flujos de bits. Los datos de imagen codificados mediante el codificador 81 pueden convertirse a un formato de flujo de bits mediante codificación por entropía, y a continuación insertarse en un flujo de bits para transmisión.
- 15 Como alternativa, el transmisor 88 puede codificar e insertar el valor de compensación determinado mediante el determinador 86 de valor de compensación y grupo de píxeles en el flujo de bits para transmisión. Como alternativa, el transmisor 88 puede recibir información adicional acerca de un procedimiento de determinación de un grupo de píxeles a partir del determinador 87 de valor de compensación y grupo de píxeles, y codificar e insertar la información adicional en un flujo de bits.
- Los datos de imagen codificados pueden obtenerse codificando datos residuales de una imagen.
- 20 La información acerca del modo de codificación de acuerdo con profundidad codificada puede incluir información acerca de la profundidad codificada, acerca del tipo de partición en la unidad de predicción, el modo de predicción y el tamaño de la unidad de transformación.
- 25 La información acerca de la profundidad codificada puede definirse usando información de división de acuerdo con las profundidades, que indican si se realiza la codificación en unidades de codificación de una profundidad inferior en lugar de una profundidad actual. Si la profundidad actual de la unidad de codificación actual es la profundidad codificada, los datos de imagen en la unidad de codificación actual se codifican y emiten, y por lo tanto la información de división puede definirse para no dividir la unidad de codificación actual a una profundidad inferior. Como alternativa, si la profundidad actual de la unidad de codificación actual no es la profundidad codificada, la codificación se realiza en la unidad de codificación de la profundidad inferior, y por lo tanto la información de división puede definirse para dividir la unidad de codificación actual para obtener las unidades de codificación de la profundidad inferior.
- 30 Si la profundidad actual no es la profundidad codificada, la codificación se realiza en la unidad de codificación que se divide en la unidad de codificación de la profundidad inferior. Puesto que al menos existe una unidad de codificación de la profundidad inferior en una unidad de codificación de la profundidad actual, la codificación se realiza de manera repetitiva en cada unidad de codificación de la profundidad inferior, y por lo tanto la codificación puede realizarse de manera recursiva por las unidades de codificación que tienen la misma profundidad.
- 35 Puesto que las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol se determinan para una unidad de codificación máxima, y la información acerca de al menos un modo de codificación se determina para una unidad de codificación de una profundidad codificada, la información acerca de al menos un modo de codificación puede determinarse para una unidad de codificación máxima. También, una profundidad codificada de los datos de imagen de la unidad de codificación máxima puede ser diferente de acuerdo con las localizaciones puesto que los datos de imagen se dividen jerárquicamente de acuerdo con las profundidades, y por lo tanto la información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación puede establecerse para los datos de imagen.
- 40 Por consiguiente, el transmisor 88 puede asignar información de codificación acerca de una profundidad codificada correspondiente y un modo de codificación a al menos una de la unidad de codificación, la unidad de predicción y una unidad mínima incluidas en la unidad de codificación máxima.
- 45 La unidad mínima es una unidad de datos rectangular obtenida dividiendo la unidad de codificación mínima que constituye la profundidad más inferior en 4. Como alternativa, la unidad mínima puede ser una unidad de datos rectangular máxima que puede incluirse en todas las unidades de codificación, unidades de predicción, unidades de partición y unidades de transformación incluidas en la unidad de codificación máxima.
- 50 Por ejemplo, la información de codificación emitida a través del transmisor 88 puede clasificarse en información de codificación de acuerdo con las unidades de codificación, e información de codificación de acuerdo con unidades de predicción. La información de codificación de acuerdo con las unidades de codificación puede incluir la información acerca del modo de predicción y acerca del tamaño de las particiones. La información de codificación de acuerdo con las unidades de predicción puede incluir información acerca de una dirección estimada de un inter modo, acerca de un índice de imagen de referencia del inter modo, acerca de un vector de movimiento, acerca de componente de crominancia de un intra modo, y acerca de un procedimiento de interpolación del intra modo. También, la información acerca de un tamaño máximo de la unidad de codificación definida de acuerdo con instantáneas, cortes,
- 55

o GOP, e información acerca de una profundidad máxima puede insertarse en un Conjunto de Parámetros de Secuencia (SPS) o un encabezamiento de un flujo de bits.

5 El transmisor 88 puede codificar y emitir un coeficiente de filtro usado en filtración de bucle adaptativa. También, puesto que un tipo, un número, un tamaño, un bit de cuantificación, un coeficiente, una dirección de filtración de cada filtro unidimensional, y si se realiza filtración y filtración de ejecución puede establecerse para la filtración de bucle adaptativa, la información acerca de un conjunto de filtros unidimensionales de filtración de bucle puede codificarse y transmitirse.

10 En el aparato 80 de codificación de vídeo, la unidad de codificación más profunda puede ser una unidad de codificación obtenida dividiendo una altura o una anchura de una unidad de codificación de una profundidad superior, que es una capa por encima, por ejemplo dos. En otras palabras, cuando el tamaño de la unidad de codificación de la profundidad actual es $2N \times 2N$, el tamaño de la unidad de codificación de la profundidad inferior es $N \times N$. También, la unidad de codificación de la profundidad actual que tiene el tamaño de $2N \times 2N$ puede incluir el máximo 4 de la unidad de codificación de la profundidad inferior.

15 Por consiguiente, el aparato 80 de codificación de vídeo puede formar las unidades de codificación que tienen la estructura de árbol determinando unidades de codificación que tienen una forma óptima y un tamaño óptimo para cada unidad de codificación máxima, basándose en el tamaño de la unidad de codificación máxima y la profundidad máxima determinadas considerando las características de la instantánea actual. También, puesto que la codificación puede realizarse en cada unidad de codificación máxima usando uno cualquiera de diversos modos de predicción y transformaciones, un modo de codificación óptimo puede determinarse considerando las características de la unidad de codificación de diversos tamaños de imagen.

20 Por lo tanto, si una imagen que tiene alta resolución o una gran cantidad de datos se codifica en un macrobloque relacionado con la técnica, un número de macrobloques por instantánea aumenta excesivamente. Por consiguiente, un número de piezas de información comprimida generada para cada macrobloque aumenta, y por lo tanto es difícil transmitir la información comprimida y la compresión de datos reduce la eficacia. Sin embargo, usando el aparato 80 de codificación de vídeo, la eficacia de compresión de imagen puede aumentarse puesto que una unidad de codificación se ajusta mientras se consideran las características de una imagen mientras aumenta un tamaño máximo de una unidad de codificación mientras se considera un tamaño de la imagen.

25 También, la cantidad de bits de transmisión de información adicional puede reducirse puesto que se codifica y transmite la información acerca de un valor de compensación para compensar un valor de píxel entre una imagen restaurada y una imagen original, que se requiere para mejorar la calidad de la imagen restaurada mediante un decodificador, sin información acerca de una localización de píxel.

30 La Figura 9 es un diagrama de bloques de un aparato 90 de decodificación de vídeo para compensar un valor de píxel después de realizar filtración de bucle basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, de acuerdo con una realización ejemplar.

35 El aparato 90 de decodificación de vídeo incluye un restador 91, un generador 94 de imagen restaurada, un determinador 97 de grupo de píxeles, y un compensador 98 de píxeles restaurados. El extractor 91 incluye un receptor 92, y unos datos de imagen, información de modo de codificación, información de coeficiente de filtro de bucle, y extractor de información de valor de compensación (en lo sucesivo, denominada como un extractor de información) 93. El generador 94 de imagen restaurada incluye un decodificador 95 y un realizador 96 de filtración de bucle.

40 Definiciones de términos tales como una unidad de codificación, una profundidad, una unidad de predicción, una unidad de transformación y diversos modos de codificación para diversos procedimientos usados para describir el aparato 90 de decodificación de vídeo son idénticos a aquellos descritos con referencia al aparato 80 de codificación de vídeo de la Figura 8.

45 El extractor 91 recibe y analiza un flujo de bits de una imagen codificada, y extrae datos de imagen codificados y un valor de compensación a partir del flujo de bits. El receptor 92 del extractor 91 recibe y analiza el flujo de bits de la imagen codificada. El extractor de información extrae los datos de imagen de acuerdo con las unidades de codificación máxima a partir del flujo de bits analizado, y emite los datos de imagen extraídos al decodificador 95. El extractor 93 de información puede extraer información acerca de un tamaño máximo de una unidad de codificación de una instantánea actual, a partir de un encabezamiento de la instantánea actual.

50 También, el extractor 93 de información extrae información acerca de una profundidad codificada y un modo de codificación para las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol de acuerdo con cada unidad de codificación máxima, a partir del flujo de bits analizado. La información extraída acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación se emite al decodificador 95. En otras palabras, los datos de imagen en una cadena de bits se dividen en la unidad de codificación máxima de modo que el decodificador 95 decodifica los datos de imagen para cada unidad de codificación máxima.

La información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación de acuerdo con la unidad de codificación máxima puede establecerse para información acerca de al menos una unidad de codificación que corresponde a la profundidad codificada, y la información acerca de un modo de codificación puede incluir información acerca de un tipo de partición de una unidad de codificación correspondiente que corresponde a la
5 profundidad codificada, acerca de un modo de predicción y un tamaño de una unidad de transformación.

La información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación de acuerdo con cada unidad de codificación máxima extraída mediante el extractor 93 de información es información acerca de una profundidad codificada y un modo de codificación determinados para generar un error de codificación mínimo cuando un codificador, tal como el aparato 80 de codificación de vídeo, realiza de manera repetitiva la codificación para cada
10 unidad de codificación más profunda de acuerdo con las profundidades de acuerdo con cada unidad de codificación máxima. Por consiguiente, el aparato 90 de decodificación de vídeo puede restaurar una imagen decodificando los datos de imagen de acuerdo con una profundidad codificada y un modo de codificación que genera el error de codificación mínimo.

Puesto que la información de codificación acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación pueden asignarse a una unidad de datos predeterminada de entre una unidad de codificación correspondiente, una unidad de predicción y una unidad mínima, el extractor 93 de información puede extraer la información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación de acuerdo con las unidades de datos predeterminadas. Las unidades de datos predeterminadas a las que se asigna la misma información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación pueden inferirse para que sean las unidades de datos incluidas en la misma unidad de
15 codificación máxima.

El decodificador 95 restaura la instantánea actual decodificando los datos de imagen en cada unidad de codificación máxima basándose en la información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación de acuerdo con las unidades de codificación máxima. En otras palabras, el decodificador 95 puede decodificar los datos de imagen codificados basándose en la información extraída acerca del tipo de partición, el modo de predicción y la unidad de
25 transformación para cada unidad de codificación de entre las unidades de codificación que tienen la estructura de árbol incluida en cada unidad de codificación máxima. Un procedimiento de decodificación puede incluir una predicción que incluye intra predicción y compensación de movimiento y una transformación inversa. La transformación inversa puede realizarse de acuerdo con un procedimiento de transformación ortogonal inversa o transformación de números enteros inversa.

También, el decodificador 95 puede realizar transformación inversa de acuerdo con cada unidad de transformación en la unidad de codificación leyendo las unidades de transformación que tienen una estructura de árbol, basándose en la información acerca del tamaño de la unidad de transformación de la unidad de codificación de acuerdo con profundidades codificadas, para realizar la transformación inversa de acuerdo con las unidades de codificación
30 máxima.

El decodificador 95 puede determinar al menos una profundidad codificada de una unidad de codificación máxima actual usando información de división de acuerdo con las profundidades. Si la información de división indica que los datos de imagen ya no se dividen en la profundidad actual, la profundidad actual es una profundidad codificada. Por consiguiente, el decodificador 95 puede decodificar datos codificados de al menos una unidad de codificación que corresponde a cada profundidad codificada en la unidad de codificación máxima actual usando la información acerca del tipo de partición de la unidad de predicción, el modo de predicción, y el tamaño de la unidad de transformación para cada unidad de codificación que corresponde a la profundidad codificada, y emitir los datos de imagen de la
35 unidad de codificación máxima actual.

En otras palabras, las unidades de datos que contienen la información de codificación que incluye la misma información de división pueden recopilarse observando la información de codificación establecida asignada para la unidad de datos predeterminada de entre la unidad de codificación, la unidad de predicción y la unidad mínima, y las unidades de datos recopiladas pueden considerarse que son una unidad de datos a decodificar mediante el decodificador 95 en el mismo modo de codificación.
45

Cuando la información acerca del coeficiente de filtro para la filtración de bucle adaptativa se inserta en el flujo de bits, el extractor 93 de información puede extraer la información acerca del coeficiente de filtro a partir del flujo de bits. El realizador 96 de filtración de bucle puede recibir la información acerca del coeficiente de filtro extraída mediante el extractor 93 de información, y generar la imagen restaurada realizando filtración de bucle en los datos de imagen decodificados mediante el decodificador 95.
50

El mismo elemento técnico del generador 24 de imagen restaurada puede aplicarse al realizador 96 de filtración de bucle. Por consiguiente, el realizador 96 de filtración de bucle puede realizar de manera selectiva filtración de desbloqueo y filtración de bucle adaptativa en los datos de imagen decodificados. La filtración de bucle adaptativa puede realizarse usando una pluralidad continua de filtros unidimensionales.
55

El generador 94 de imagen restaurada puede inducir un coeficiente de filtro de cada filtro unidimensional usando información residual del coeficiente de filtro extraída desde el extractor 93 de información. Por ejemplo, un

coeficiente de filtro actual de cada filtro unidimensional puede inducirse añadiendo una diferencia entre el coeficiente de filtro actual y un coeficiente de filtro anterior al coeficiente de filtro anterior. La filtración unidimensional continua puede realizarse en datos desbloqueados usando el coeficiente de filtro inducido de cada filtro unidimensional. El desbloqueo se realiza para reducir un efecto de bloqueo de datos decodificados, y la filtración de bucle minimiza un error entre la imagen restaurada y la imagen original.

El extractor 93 de información extrae datos de imagen codificados e información relacionada con un valor de compensación a partir del flujo de bits. La información relacionada con el valor de compensación puede incluir información acerca del valor de compensación. Como alternativa, si la información relacionada con el valor de compensación incluye información acerca de un procedimiento de determinación de un grupo de píxeles a compensarse usando el valor de compensación, el extractor 93 de información puede extraer el valor de compensación y la información acerca del procedimiento de determinación del grupo de píxeles a compensar a partir del flujo de bits. El extractor 93 de información puede extraer el valor de compensación o la información relacionada con el valor de compensación de acuerdo con al menos una unidad de datos de entre una secuencia de imagen, un corte, un fotograma, y una unidad de codificación de un vídeo de entrada.

El determinador 97 de grupo de píxeles puede determinar un grupo de píxeles que incluye el píxel restaurado a compensarse usando el valor de compensación, con respecto a los píxeles restaurados de un grupo predeterminado en la imagen restaurada, recibiendo la imagen restaurada generada mediante el generador 94 de imagen restaurada y el valor de compensación extraído mediante el extractor 93 de información. El compensador 98 de píxeles restaurados compensa el valor de píxel del píxel restaurado usando el valor de compensación, y emite la imagen restaurada que tiene el valor de píxel restaurado recibiendo el valor de compensación extraído mediante el extractor 93 de información e información acerca del grupo de píxeles determinado mediante el determinador 97 de grupo de píxeles.

Cuando la información acerca del procedimiento de determinación del grupo de píxeles a compensar se extrae mediante el extractor 93 de información, el determinador 97 de grupo de píxeles puede determinar de manera selectiva el grupo de píxeles que tiene el valor de píxel a compensar basándose en el procedimiento. Por ejemplo, el determinador 97 de grupo de píxeles puede determinar si clasificar los píxeles restaurados de acuerdo con los niveles de valor de extremo y/o de borde, las bandas de valores de píxeles, o las líneas, y determinar el grupo de píxeles que tiene los valores de píxel a compensar, basándose en el procedimiento. En este punto, el compensador 98 de píxeles restaurados puede compensar los valores de píxel de los píxeles restaurados en el grupo de píxeles usando los valores de compensación para el grupo de píxeles de acuerdo con niveles de valor de extremo y/o de borde, bandas de valores de píxeles, o líneas.

El aparato 90 de decodificación de vídeo puede obtener información acerca de al menos una unidad de codificación que genera el error de codificación mínimo cuando la codificación se realiza de manera recursiva para cada unidad de codificación máxima, y puede usar la información para decodificar la instantánea actual. En otras palabras, pueden decodificarse las unidades de codificación que tienen la estructura de árbol determinadas para que sean las unidades de codificación óptima en cada unidad de codificación máxima. También, el tamaño máximo de la unidad de codificación se determina considerando la resolución y la cantidad de datos de imagen.

Por consiguiente, incluso si los datos de imagen tienen alta resolución y una gran cantidad de datos, los datos de imagen pueden decodificarse de manera eficaz y restaurarse usando un tamaño de una unidad de codificación y un modo de codificación, que se determinan de manera adaptativa de acuerdo con las características de los datos de imagen, usando información acerca de un modo de codificación óptimo recibido desde un codificador.

El aparato 80 de codificación de vídeo y el aparato 90 de decodificación de vídeo pueden compensar un error sistemático generado entre la imagen restaurada y la imagen original cuando la imagen codificada se decodifica y restaura.

Codificación y decodificación de un vídeo basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, de acuerdo con las realizaciones ejemplares.

La Figura 10 es un diagrama para describir un concepto de unidades de codificación.

Un tamaño de una unidad de codificación puede expresarse en anchura x altura, y puede ser 64x64, 32x32, 16x16 y 8x8. Una unidad de codificación de 64x64 puede dividirse en particiones de 64x64, 64x32, 32x64 o 32x32, y una unidad de codificación de 32x32 puede dividirse en particiones de 32x32, 32x16, 16x32 o 16x16, una unidad de codificación de 16x16 puede dividirse en particiones de 16x16, 16x8, 8x16 o 8x8, y una unidad de codificación de 8x8 puede dividirse en particiones de 8x8, 8x4, 4x8 o 4x4.

En los datos 310 de vídeo, una resolución es 1920x1080, un tamaño máximo de una unidad de codificación es 64, y una profundidad máxima es 2. En los datos 320 de vídeo, una resolución es 1920x1080, un tamaño máximo de una unidad de codificación es 64, y una profundidad máxima es 3. En los datos 330 de vídeo, una resolución es 352x288, un tamaño máximo de una unidad de codificación es 16, y una profundidad máxima es 1. La profundidad máxima mostrada en la Figura 10 indica un número total de divisiones de una unidad de codificación máxima a una unidad de decodificación mínima.

Si una resolución es alta o una cantidad de datos es grande, un tamaño máximo de una unidad de codificación puede ser grande para no aumentar únicamente la eficacia de codificación sino también para reflejar con precisión las características de una imagen. Por consiguiente, el tamaño máximo de la unidad de codificación de los datos 310 y 320 de vídeo que tiene la resolución más alta que los datos 330 de vídeo puede ser 64.

5 Puesto que la profundidad máxima de los datos 310 de vídeo es 2, las unidades 315 de codificación de los datos 310 de vídeo pueden incluir una unidad de codificación máxima que tiene un tamaño de eje largo de 64, y unidades de codificación que tienen tamaños de eje largo de 32 y 16 puesto que las profundidades se han hecho profundas a dos capas dividiendo la unidad de codificación máxima dos veces. Mientras tanto, puesto que la profundidad máxima de los datos 330 de vídeo es 1, las unidades 335 de codificación de los datos 330 de vídeo pueden incluir una
10 unidad de codificación máxima que tiene un tamaño de eje largo de 16, y unidades de codificación que tienen un tamaño de eje largo de 8 puesto que las profundidades se han hecho profundas a una capa dividiendo la unidad de codificación máxima una vez.

Puesto que la profundidad máxima de los datos 320 de vídeo es 3, las unidades 325 de codificación de los datos 320 de vídeo pueden incluir una unidad de codificación máxima que tiene un tamaño de eje largo de 64, y unidades de codificación que tienen tamaños de eje largo de 32, 16 y 8 puesto que las profundidades se han hecho profundas a 3 capas dividiendo la unidad de codificación máxima tres veces. A medida que una profundidad se hace profunda, la información detallada puede expresarse de manera precisa.

La Figura 11 es un diagrama de bloques de un codificador 400 de imagen basándose en unidades de codificación.

El codificador 400 de imagen realiza las operaciones del codificador 81 del aparato 80 de codificación de vídeo para codificar datos de imagen. En otras palabras, un intra predictor 410 realiza la intra predicción en unidades de codificación en un intra modo, de entre un fotograma 405 actual, y un estimador 420 de movimiento y un compensador 425 de movimiento realizan inter estimación y compensación de movimiento en unidades de codificación en un inter modo de entre el fotograma 405 actual usando el fotograma 405 actual y un fotograma 495 de referencia.

25 Los datos emitidos desde el intra predictor 410, el estimador 420 de movimiento y el compensador 425 de movimiento se emiten como un coeficiente de transformación cuantificado a través de un transformador 430 y un cuantificador 440. El coeficiente de transformación cuantificado se restaura como datos en un dominio espacial a través de un cuantificador 460 inverso y un transformador 470 inverso, y los datos restaurados en el dominio espacial se emiten como el fotograma 495 de referencia después de post-procesarse a través de una unidad 480 de desbloqueo y una unidad 490 de filtración de bucle. El coeficiente de transformación cuantificado puede emitirse como un flujo de bits 455 a través de un codificador 450 por entropía.

Para que se aplique el codificador 400 de imagen en el aparato 80 de codificación de vídeo, los elementos del codificador 400 de imagen, es decir, el intra predictor 410, el estimador 420 de movimiento, el compensador 425 de movimiento, el transformador 430, el cuantificador 440, el codificador 450 por entropía, el cuantificador 460 inverso, el transformador 470 inverso, la unidad 480 de desbloqueo, y la unidad 490 de filtración en bucle, realizan operaciones basándose en cada unidad de codificación de entre unidades de codificación que tienen una estructura de árbol mientras se considera la profundidad máxima de cada unidad de codificación máxima.

35 Específicamente, el intra predictor 410, el estimador 420 de movimiento, y el compensador 425 de movimiento determinan particiones y un modo de predicción de cada unidad de codificación de entre las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol mientras consideran el tamaño máximo y la profundidad máxima de una unidad de codificación máxima actual, y el transformador 430 determina el tamaño de la unidad de transformación en cada unidad de codificación de entre las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol.

La Figura 12 es un diagrama de bloques de un decodificador 500 de imagen basándose en unidades de codificación, de acuerdo con una realización ejemplar.

Un analizador 510 analiza datos de imagen codificados a decodificar e información acerca de la codificación usada para decodificar a partir de un flujo de bits 505. Los datos de imagen codificados se emiten como datos cuantificados inversos a través de un decodificador 520 por entropía y un cuantificador 530 inverso, y los datos cuantificados inversos se restauran a datos de imagen en un dominio espacial a través de un transformador 540 inverso.

50 Un intra predictor 550 realiza intra predicción en unidades de codificación en un intra modo con respecto a los datos de imagen en el dominio espacial, y un compensador 560 de movimiento realiza compensación de movimiento en unidades de codificación en un inter modo usando un fotograma 585 de referencia.

Los datos de imagen en el dominio espacial, que se pasan a través del intra predictor 550 y el compensador 560 de movimiento, pueden emitirse como un fotograma 595 restaurado después de post-procesarse a través de una unidad 570 de desbloqueo y una unidad 580 de filtración de bucle. También, los datos de imagen que se post-procesan a través de la unidad 570 de desbloqueo y la unidad 580 de filtración en bucle pueden emitirse como el fotograma 585 de referencia.

Para decodificar los datos de imagen en el decodificador 95 del aparato 90 de decodificación de vídeo, el decodificador 500 de imagen puede realizar operaciones que se realizan después del analizador 510.

5 Para que se aplique el decodificador 500 de imagen en el aparato 90 de codificación de vídeo, los elementos del decodificador 500 de imagen, es decir, el analizador 510, el decodificador 520 por entropía, el cuantificador 530 inverso, el transformador 540 inverso, el intra predictor 550, el compensador 560 de movimiento, la unidad 570 de desbloqueo, y la unidad 580 de filtración en bucle, realizan operaciones basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol para cada unidad de codificación máxima.

10 Específicamente, la intra predicción 550 y el compensador 560 de movimiento realizan operaciones basándose en particiones y un modo de predicción para cada una de las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, y el transformador 540 inverso realiza operaciones basándose en un tamaño de una unidad de transformación para cada unidad de codificación.

La Figura 13 es un diagrama que ilustra unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades, y particiones.

15 El aparato 80 de codificación de vídeo y el aparato 90 de decodificación de vídeo usan unidades de codificación jerárquica para considerar las características de una imagen. Una altura máxima, una anchura máxima y una profundidad máxima de unidades de codificación pueden determinarse de manera adaptativa de acuerdo con las características de la imagen, o pueden establecerse de manera diferente por un usuario. Los tamaños de unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades pueden determinarse de acuerdo con el tamaño máximo predeterminado de la unidad de codificación.

20 En una estructura 600 jerárquica de unidades de codificación, la altura máxima y la anchura máxima de las unidades de codificación son cada una 64, y la profundidad máxima es 4. Puesto que una profundidad se hace profunda a lo largo de un eje vertical de la estructura 600 jerárquica, se divide cada una de una altura y una anchura de la unidad de codificación más profunda. También, una unidad de predicción y particiones, que son bases para la codificación por predicción de cada unidad de codificación más profunda, se muestran a lo largo de un eje horizontal de la estructura 600 jerárquica.

25 En otras palabras, una unidad 610 de codificación es una unidad de codificación máxima en la estructura 600 jerárquica, en la que una profundidad es 0 y un tamaño, es decir, una altura por anchura, es 64x64. La profundidad se hace profunda a lo largo del eje vertical, y existe una unidad 620 de codificación que tiene un tamaño de 32x32 y una profundidad de 1, una unidad 630 de codificación que tiene un tamaño de 16x16 y una profundidad de 2, una unidad 640 de codificación que tiene un tamaño de 8x8 y una profundidad de 3, y una unidad 650 de codificación que tiene un tamaño de 4x4 y una profundidad de 4. La unidad 650 de codificación que tiene el tamaño de 4x4 y la profundidad de 4 es una unidad de codificación mínima.

30 La unidad de predicción y las particiones de una unidad de codificación están dispuestas a lo largo del eje horizontal de acuerdo con cada profundidad. En otras palabras, si la unidad 610 de codificación que tiene el tamaño de 64x64 y la profundidad de 0 es una unidad de predicción, la unidad de predicción puede dividirse en particiones incluidas en la unidad 610 de codificación, es decir, una partición 610 que tiene un tamaño de 64x64, particiones 612 que tienen el tamaño de 64x32, particiones 614 que tienen el tamaño de 32x64, o particiones 616 que tienen el tamaño de 32x32.

35 De manera similar, una unidad de predicción de la unidad 620 de codificación que tiene el tamaño de 32x32 y la profundidad de 1 puede dividirse en particiones incluidas en la unidad 620 de codificación, es decir, una partición 620 que tiene un tamaño de 32x32, particiones 622 que tienen un tamaño de 32x16, particiones 624 que tienen un tamaño de 16x32, y particiones 626 que tienen un tamaño de 16x16.

40 De manera similar, una unidad de predicción de la unidad 630 de codificación que tiene el tamaño de 16x16 y la profundidad de 2 puede dividirse en particiones incluidas en la unidad 630 de codificación, es decir, una partición que tiene un tamaño de 16x16 incluida en la unidad 630 de codificación, particiones 632 que tienen un tamaño de 16x8, particiones 634 que tienen un tamaño de 8x16, y particiones 636 que tienen un tamaño de 8x8.

45 De manera similar, una unidad de predicción de la unidad 640 de codificación que tiene el tamaño de 8x8 y la profundidad de 3 puede dividirse en particiones incluidas en la unidad 640 de codificación, es decir, una partición que tiene un tamaño de 8x8 incluida en la unidad 640 de codificación, particiones 642 que tienen un tamaño de 8x4, particiones 644 que tienen un tamaño de 4x8, y particiones 646 que tienen un tamaño de 4x4.

50 La unidad 650 de codificación que tiene el tamaño de 4x4 y la profundidad de 4 es la unidad de codificación mínima y una unidad de codificación de la profundidad más inferior. Una unidad de predicción de la unidad 650 de codificación puede asignarse únicamente a una partición que tiene un tamaño de 4x4. Como alternativa, pueden usarse particiones 652 que tienen un tamaño de 4x2, particiones 654 que tienen un tamaño de 2x4, o particiones 55 656 que tienen un tamaño de 2x2.

Para determinar la al menos una profundidad codificada de las unidades de codificación que constituyen la unidad 610 de codificación máxima, el determinador 83 de profundidad codificada y modo de codificación del aparato 80 de codificación de vídeo realiza la codificación para unidades de codificación que corresponden a cada profundidad incluida en la unidad 610 de codificación máxima.

- 5 Un número de unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades que incluyen datos en el mismo intervalo y el mismo tamaño aumenta a medida que la profundidad se hace profunda. Por ejemplo, se requieren cuatro unidades de codificación que corresponden a una profundidad de 2 para cubrir datos que se incluyen en una unidad de codificación que corresponde a una profundidad de 1. Por consiguiente, para comparar los resultados de codificación de los mismos datos de acuerdo con las profundidades, se codifican cada una de la
- 10 unidad de codificación que corresponde a la profundidad de 1 y cuatro unidades de codificación que corresponden a la profundidad de 2.

- 15 Para realizar codificación para una profundidad actual de entre las profundidades, un mínimo error de codificación puede seleccionarse para la profundidad actual realizando la codificación para cada unidad de predicción en las unidades de codificación que corresponden a la profundidad actual, a lo largo del eje horizontal de la estructura 600 jerárquica. Como alternativa, puede buscarse el error de codificación mínimo comparando los errores de codificación mínimos de acuerdo con las profundidades, realizando la codificación para cada profundidad a medida que la profundidad se hace profunda a lo largo del eje vertical de la estructura 600 jerárquica. Puede seleccionarse una profundidad y una partición que tienen el error de codificación mínimo en la unidad 610 de codificación como la profundidad codificada y un tipo de partición de la unidad 610 de codificación.

- 20 La Figura 14 es un diagrama para describir una relación entre una unidad 710 de codificación y las unidades 720 de transformación.

- El aparato 80 de codificación de vídeo o el aparato 90 de decodificación de vídeo codifica o decodifica una imagen de acuerdo con las unidades de codificación que tienen tamaños más pequeños o iguales a una unidad de codificación máxima para cada unidad de codificación máxima. Los tamaños de unidades de transformación para transformación durante la codificación pueden seleccionarse basándose en unidades de datos que no son mayores que una unidad de codificación correspondiente.
- 25

Por ejemplo, en el aparato 80 de codificación de vídeo o el aparato 90 de decodificación de vídeo, si un tamaño de la unidad 710 de codificación es 64x64, la transformación puede realizarse usando las unidades 720 de transformación que tienen un tamaño de 32x32.

- 30 También, los datos de la unidad 710 de codificación que tienen el tamaño de 64x64 pueden codificarse realizando la transformación en cada una de las unidades de transformación que tienen el tamaño de 32x32, 16x16, 8x8 y 4x4, que son más pequeñas que 64x64, y a continuación puede seleccionarse una unidad de transformación que tiene el mínimo error de codificación.

- La Figura 15 es un diagrama para describir información de codificación de unidades de codificación que corresponden a una profundidad codificada.
- 35

El transmisor 88 del aparato 80 de codificación de vídeo puede codificar y transmitir información 800 acerca de un tipo de partición, información 810 acerca de un modo de predicción, e información 820 acerca de un tamaño de una unidad de transformación para cada unidad de codificación que corresponde a una profundidad codificada, como información acerca de un modo de codificación.

- 40 La información 800 indica información acerca de una forma de una partición obtenida dividiendo una unidad de predicción de una unidad de codificación actual, en la que la partición es una unidad de datos para codificar por predicción la unidad de codificación actual. Por ejemplo, una unidad de codificación actual CU_0 que tiene un tamaño de 2Nx2N puede dividirse en una cualquiera de una partición 802 que tiene un tamaño de 2Nx2N, una partición 804 que tiene un tamaño de 2NxN, una partición 806 que tiene un tamaño de Nx2N, y una partición 808 que tiene un tamaño de NxN. En este punto, la información 800 acerca de un tipo de partición se establece para
- 45 indicar una de la partición 804 que tiene un tamaño de 2NxN, la partición 806 que tiene un tamaño de Nx2N, y la partición 808 que tiene un tamaño de NxN.

- La información 810 indica un modo de predicción de cada partición. Por ejemplo, la información 810 puede indicar un modo de codificación por predicción realizado en una partición indicado por la información 800, es decir, un intra modo 812, un inter modo 814 o un modo de salto 816.
- 50

La información 820 indica una unidad de transformación para que sea basándose en cuándo se realiza la transformación en una unidad de codificación actual. Por ejemplo, la unidad de transformación puede ser una primera unidad 822 de intra transformación, una segunda unidad 824 de intra transformación, una primera unidad 826 de inter transformación o una segunda unidad 828 de intra transformación.

- 55 El extractor 93 de información del aparato 90 de decodificación de vídeo puede extraer y usar la información 800, 810 y 820 para decodificar, de acuerdo con cada unidad de codificación más profunda.

La Figura 16 es un diagrama de unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades, de acuerdo con una realización ejemplar.

La información de división puede usarse para indicar un cambio de una profundidad. La información de división indica si una unidad de codificación de una profundidad actual se divide en unidades de codificación de una profundidad inferior.

Una unidad 910 de predicción para codificación por predicción una unidad 900 de codificación que tiene una profundidad de 0 y un tamaño de $2N_0 \times 2N_0$ puede incluir particiones de un tipo 912 de partición que tiene un tamaño de $2N_0 \times 2N_0$, un tipo 914 de partición que tiene un tamaño de $2N_0 \times N_0$, un tipo 916 de partición que tiene un tamaño de $N_0 \times 2N_0$, y un tipo 918 de partición que tiene un tamaño de $N_0 \times N_0$. La Figura 9 únicamente ilustra los tipos 912 a 918 de partición que se obtienen dividiendo simétricamente la unidad 910 de predicción, pero un tipo de partición no está limitado a los mismos, y las particiones de la unidad 910 de predicción pueden incluir particiones asimétricas, particiones que tienen una forma predeterminada y particiones que tienen una forma geométrica.

La codificación por predicción se realiza de manera repetitiva en una partición que tiene un tamaño de $2N_0 \times 2N_0$, dos particiones que tienen un tamaño de $2N_0 \times N_0$, dos particiones que tienen un tamaño de $N_0 \times 2N_0$, y cuatro particiones que tienen un tamaño de $N_0 \times N_0$, de acuerdo con cada tipo de partición. La codificación por predicción en un intra modo y un inter modo puede realizarse en las particiones que tienen los tamaños de $2N_0 \times 2N_0$, $N_0 \times 2N_0$, $2N_0 \times N_0$ y $N_0 \times N_0$. La codificación por predicción en un modo de salto se realiza únicamente en la partición que tiene el tamaño de $2N_0 \times 2N_0$.

Se comparan los errores de la codificación incluyendo la codificación por predicción en los tipos 912 a 918 de particiones, y se determina el mínimo error de codificación entre los tipos de partición. Si un error de codificación es más pequeño en uno de los tipos 912 a 916 de partición, la unidad 910 de predicción puede no dividirse en una profundidad inferior.

Si el error de codificación es el más pequeño en el tipo 918 de partición, una profundidad se cambia de 0 a 1 para dividir el tipo 918 de partición en la operación 920, y se realiza la codificación de manera repetitiva en las unidades 930 de codificación que tienen una profundidad de 2 y un tamaño de $N_0 \times N_0$ para buscar un error de codificación mínimo.

Una unidad 940 de predicción para codificación por predicción la unidad 930 de codificación que tiene una profundidad de 1 y un tamaño de $2N_1 \times 2N_1$ ($=N_0 \times N_0$) puede incluir particiones de un tipo 942 de partición que tiene un tamaño de $2N_1 \times 2N_1$, un tipo 944 de partición que tiene un tamaño de $2N_1 \times N_1$, un tipo 946 de partición que tiene un tamaño de $N_1 \times 2N_1$, y un tipo 948 de partición que tiene un tamaño de $N_1 \times N_1$.

Si un error de codificación es el más pequeño en el tipo 948 de partición, una profundidad se cambia de 1 a 2 para dividir el tipo 948 de partición en la operación 950, y se realiza la codificación de manera repetitiva en las unidades 960 de codificación, que tienen una profundidad de 2 y un tamaño de $N_2 \times N_2$ para buscar un error de codificación mínimo.

Cuando una profundidad máxima es d , la operación de división de acuerdo con cada profundidad puede realizarse hasta cuando una profundidad se hace $d-1$, y la información de división puede codificarse hasta cuando una profundidad es una de 0 a $d-2$. En otras palabras, cuando se realiza la codificación hasta cuando la profundidad es $d-1$ después de que una unidad de codificación que corresponde a una profundidad de $d-2$ se divide en la operación 970, una unidad 990 de predicción para codificación por predicción una unidad 980 de codificación que tiene una profundidad de $d-1$ y un tamaño de $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$ puede incluir particiones de un tipo 992 de partición que tienen un tamaño de $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, un tipo 994 de partición que tiene un tamaño de $2N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$, un tipo 996 de partición que tiene un tamaño de $N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, y un tipo 998 de partición que tiene un tamaño de $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$.

La codificación por predicción puede realizarse de manera repetitiva en una partición que tiene un tamaño de $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, dos particiones que tienen un tamaño de $2N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$, dos particiones que tienen un tamaño de $N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, cuatro particiones que tienen un tamaño de $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$ de entre los tipos 992 a 998 de partición para buscar un tipo de partición que tiene un error de codificación mínimo.

Incluso cuando el tipo 998 de partición tiene el error de codificación mínimo, puesto que una profundidad máxima es d , una unidad de codificación $CU_{(d-1)}$ que tiene una profundidad de $d-1$ ya no se divide en una profundidad inferior, y una profundidad codificada para las unidades de codificación que constituyen una unidad 900 de codificación máxima actual se determina para que sea $d-1$ y un tipo de partición de la unidad 900 de codificación máxima actual puede determinarse para que sea $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$. También, puesto que la profundidad máxima es d y una unidad 980 de codificación mínima que tiene una profundidad más inferior de $d-1$ ya no se divide más en una profundidad inferior, no se establece la información de división para la unidad 980 de codificación mínima.

Una unidad 999 de datos puede ser una 'unidad mínima' para la unidad de codificación máxima actual. Una unidad mínima puede ser una unidad de datos rectangular obtenida dividiendo una unidad 980 de codificación mínima por

4. Realizando la codificación de manera repetitiva, el aparato 80 de codificación de vídeo puede seleccionar una profundidad que tiene el mínimo error de codificación comparando errores de codificación de acuerdo con las profundidades de la unidad 900 de codificación para determinar una profundidad codificada, y establecer un tipo de partición correspondiente y un modo de predicción como un modo de codificación de la profundidad codificada.

5 Como tal, los errores de codificación mínimos de acuerdo con las profundidades se comparan en todas las profundidades de 1 a d, y una profundidad que tiene el mínimo error de codificación puede determinarse como una profundidad codificada. La profundidad codificada, el tipo de partición de la unidad de predicción, y el modo de predicción pueden codificarse y transmitirse como información acerca de un modo de codificación. También, puesto que una unidad de codificación se divide a partir de una profundidad de 0 a una profundidad codificada, únicamente se establece la información de división de la profundidad codificada a 0, y se establece la información de división de las profundidades excluyendo la profundidad codificada a 1.

15 El extractor 93 de información del aparato 90 de decodificación de vídeo puede extraer y usar la información acerca de la profundidad codificada y la unidad de predicción de la unidad 900 de codificación para decodificar la partición 912. El aparato 90 de decodificación de vídeo puede determinar una profundidad, en la que la información de división es 0, como una profundidad codificada usando información de división de acuerdo con las profundidades, y usar la información acerca de un modo de codificación de la correspondiente profundidad para decodificación.

Las Figuras 17 a 19 son diagramas para describir una relación entre unidades 1010 de codificación, unidades 1060 de predicción, y unidades 1070 de transformación.

20 Las unidades 1010 de codificación son unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, que corresponden a profundidades codificadas determinadas mediante el aparato 80 de codificación de vídeo, en una unidad de codificación máxima. Las unidades 1060 de predicción son particiones de unidades de predicción de cada una de las unidades 1010 de codificación, y las unidades 1070 de transformación son unidades de transformación de cada una de las unidades 1010 de codificación.

25 Cuando una profundidad de una unidad de codificación máxima es 0 en las unidades 1010 de codificación, las profundidades de las unidades 1012 y 1054 de codificación son 1, las profundidades de las unidades 1014, 1016, 1018, 1028, 1050 y 1052 de codificación son 2, las profundidades de las unidades 1020, 1022, 1024, 1026, 1030, 1032 y 1048 de codificación son 3, y las profundidades de las unidades 1040, 1042, 1044 y 1046 de codificación son 4.

30 En las unidades 1060 de predicción, algunas unidades 1014, 1016, 1022, 1032, 1048, 1050, 1052 y 1054 de codificación se obtienen dividiendo las unidades de codificación en las unidades 1010 de codificación. En otras palabras, los tipos de partición en las unidades 1014, 1022, 1050 y 1054 de codificación tienen un tamaño de $2N \times N$, los tipos de partición en las unidades 1016, 1048 y 1052 de codificación tienen un tamaño de $N \times 2N$ y un tipo de partición de la unidad 1032 de codificación tiene un tamaño de $N \times N$. Las unidades de predicción y las particiones de las unidades 1010 de codificación son más pequeñas o iguales que cada unidad de codificación.

35 La transformación o transformación inversa se realiza en datos de imagen de la unidad 1052 de codificación en las unidades 1070 de transformación en una unidad de datos que es más pequeña que la unidad 1052 de codificación. También, las unidades 1014, 1016, 1022, 1032, 1048, 1050 y 1052 de codificación en las unidades 1070 de transformación son diferentes de aquellas en las unidades 1060 de predicción en términos de tamaños y formas. En otras palabras, los aparatos 100 y 200 de codificación y decodificación de vídeo pueden realizar intra predicción, estimación de movimiento, compensación de movimiento, transformación y transformación inversa de manera individual en una unidad de datos en la misma unidad de codificación.

40 Por consiguiente, la codificación se realiza de manera recursiva en cada una de las unidades de codificación que tienen una estructura jerárquica en cada región de una unidad de codificación máxima para determinar una unidad de codificación óptima, y por lo tanto pueden obtenerse unidades de codificación que tienen una estructura de árbol recursiva.

45 La información de codificación puede incluir información de división acerca de una unidad de codificación, información acerca de un tipo de partición, información acerca de un modo de predicción e información acerca de un tamaño de una unidad de transformación. La tabla 2 muestra la información de codificación que puede establecerse mediante los aparatos 80 y 90 de codificación y decodificación de vídeo.

50

[Tabla 2]

Información de división 0 (codificación en unidad de codificación que tiene tamaño de $2N \times 2N$ y profundidad actual de d)				Información de división 1
Modo de predicción	Tipo de partición		Tamaño de unidad de transformación	
Intra Inter	Tipo de partición simétrica	Tipo de partición asimétrica	Información de división 0 de unidad de transformación	Información de división 1 de unidad de transformación
	Salto (únicamente $2N \times 2N$)	$2N \times 2N$ $2N \times N$ $N \times 2N$ $N \times N$	$2N \times nU$ $2N \times nD$ $nL \times 2N$ $nR \times 2N$	$2N \times 2N$
Codificar repetitivamente unidades de codificación que tienen profundidad inferior de $d+1$				

5 El transmisor 88 del aparato 80 de codificación de vídeo puede emitir la información de codificación acerca de las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, y el extractor 93 de información del aparato 90 de decodificación de vídeo puede extraer la información de codificación acerca de las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol a partir de un flujo de bits recibido.

10 La información de división indica si una unidad de codificación actual se divide en unidades de codificación de una profundidad inferior. Si la información de división de una profundidad actual d es 0, una profundidad, en la que una unidad de codificación actual ya no se divide en una profundidad inferior, es una profundidad codificada, y por lo tanto la información acerca de un tipo de partición, modo de predicción y un tamaño de una unidad de transformación puede definirse para la profundidad codificada. Si la unidad de codificación actual se divide adicionalmente de acuerdo con la información de división, la codificación se realiza de manera independiente en cuatro unidades de división de codificación de una profundidad inferior.

15 Un modo de predicción puede ser uno de un intra modo, un inter modo y un modo de salto. El intra modo y el inter modo pueden definirse en todos los tipos de partición, y el modo de salto puede definirse únicamente en un tipo de partición que tiene un tamaño de $2N \times 2N$.

20 La información acerca del tipo de partición puede indicar tipos de partición simétrica que tienen tamaños de $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$ y $N \times N$, que se obtienen dividiendo simétricamente una altura o una anchura de una unidad de predicción, y tipos de partición asimétrica que tienen tamaños de $2N \times nU$, $2N \times nD$, $nL \times 2N$ y $nR \times 2N$, que se obtienen dividiendo asimétricamente la altura o la anchura de la unidad de predicción. Los tipos de partición asimétrica que tienen los tamaños de $2N \times nU$ y $2N \times nD$ pueden obtenerse respectivamente dividiendo la altura de la unidad de predicción en 1:3 y 3:1, y los tipos de partición asimétrica que tienen los tamaños de $nL \times 2N$ y $nR \times 2N$ pueden obtenerse respectivamente dividiendo la anchura de la unidad de predicción en 1:3 y 3:1.

25 El tamaño de la unidad de transformación puede establecerse para que sea dos tipos en el intra modo y dos tipos en el inter modo. En otras palabras, si la información de división de la unidad de transformación es 0, el tamaño de la unidad de transformación puede ser $2N \times 2N$, que es el tamaño de la unidad de codificación actual. Si la información de división de la unidad de transformación es 1, las unidades de transformación pueden obtenerse dividiendo la unidad de codificación actual. También, si un tipo de partición de la unidad de codificación actual que tiene el tamaño de $2N \times 2N$ es un tipo de partición simétrica, un tamaño de una unidad de transformación puede ser $N \times N$, y si el tipo de partición de la unidad de codificación actual es un tipo de partición asimétrica, el tamaño de la unidad de transformación puede ser $N/2 \times N/2$.

30 La información de codificación acerca de las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol puede incluir al menos una de una unidad de codificación que corresponde a una profundidad codificada, una unidad de predicción y una unidad mínima. La unidad de codificación que corresponde a la profundidad codificada puede incluir al menos una de una unidad de predicción y una unidad mínima que contiene la misma información de codificación.

5 Por consiguiente, se determina si las unidades de datos adyacentes están incluidas en la misma unidad de codificación que corresponde a la profundidad codificada comparando información de codificación de las unidades de datos adyacentes. También, se determina una unidad de codificación correspondiente que corresponde a una profundidad codificada usando información de codificación de una unidad de datos, y por lo tanto puede determinarse una distribución de profundidades codificadas en una unidad de codificación máxima.

Por consiguiente, si una unidad de codificación actual se predice basándose en información de codificación de unidades de datos adyacentes, puede hacerse referencia directamente y usarse la información de codificación de las unidades de datos en las unidades de codificación más profundas adyacentes a la unidad de codificación actual.

10 Como alternativa, si una unidad de codificación actual se predice basándose en información de codificación de las unidades de datos adyacentes, las unidades de datos adyacentes a la unidad de codificación actual se buscan usando información codificada de las unidades de datos, y puede hacerse referencia a las unidades de codificación adyacentes buscadas prediciendo la unidad de codificación actual.

La Figura 20 es un diagrama para describir una relación entre una unidad de codificación, una unidad de predicción o una partición, y una unidad de transformación, de acuerdo con modo de codificación información de la Tabla 2.

15 Una unidad 1300 de codificación máxima incluye las unidades 1302, 1304, 1306, 1312, 1314, 1316 y 1318 de codificación de las profundidades codificadas. En este punto, puesto que la unidad 1318 de codificación es una unidad de codificación de una profundidad codificada, la información de división puede establecerse a 0. La información acerca de un tipo de partición de la unidad 1318 de codificación que tiene un tamaño de $2N \times 2N$ puede establecerse para que sea una de un tipo 1322 de partición que tiene un tamaño de $2N \times 2N$, un tipo 1324 de
20 partición que tiene un tamaño de $2N \times N$, un tipo 1326 de partición que tiene un tamaño de $N \times 2N$, un tipo 1328 de partición que tiene un tamaño de $N \times N$, un tipo 1332 de partición que tiene un tamaño de $2N \times nU$, un tipo 1334 de partición que tiene un tamaño de $2N \times nD$, un tipo 1336 de partición que tiene un tamaño de $nL \times 2N$, y un tipo 1338 de partición que tiene un tamaño de $nR \times 2N$.

25 La información de división (bandera de tamaño de TU) de una unidad de transformación es un tipo de índice de transformación, en el que un tamaño de una unidad de transformación que corresponde a un índice de transformación puede cambiar de acuerdo con un tipo de unidad de predicción o un tipo de partición de una unidad de codificación.

30 Por ejemplo, cuando el tipo de partición se establece para que sea simétrica, es decir, el tipo 1322, 1324, 1326 o 1328 de partición, se establece una unidad 1342 de transformación que tiene un tamaño de $2N \times 2N$ si la bandera de tamaño de TU es 0, y se establece una unidad 1344 de transformación que tiene un tamaño de $N \times N$ si una bandera de tamaño de TU es 1.

35 Cuando el tipo de partición se establece para que sea asimétrica, es decir, el tipo 1332, 1334, 1336 o 1338 de partición, se establece una unidad 1352 de transformación que tiene un tamaño de $2N \times 2N$ si una bandera de tamaño de TU es 0, y se establece una unidad 1354 de transformación que tiene un tamaño de $N/2 \times n/2$ si una bandera de tamaño de TU es 1.

Haciendo referencia a la Figura 18, la bandera de tamaño de TU es una bandera que tiene un valor 0 o 1, pero la bandera de tamaño de TU no está limitada a 1 bit, y una unidad de transformación puede dividirse jerárquicamente teniendo una estructura de árbol mientras que la bandera de tamaño de TU aumenta desde 0.

40 En este caso, el tamaño de una unidad de transformación que se ha usado realmente puede expresarse usando una bandera de tamaño de TU de una unidad de transformación, junto con un tamaño máximo y tamaño mínimo de la unidad de transformación. El aparato 80 de codificación de vídeo puede codificar la información de tamaño de unidad de transformación máxima, información de tamaño de unidad de transformación mínima y una bandera de tamaño de TU máxima. El resultado de la codificación de la información de tamaño de unidad de transformación máxima, la información de tamaño de unidad de transformación mínima y la bandera de tamaño de TU máxima
45 puede insertarse en un SPS. El aparato 90 de decodificación de vídeo puede decodificar vídeo usando la información de tamaño de unidad de transformación máxima, la información de tamaño de unidad de transformación mínima y la bandera de tamaño de TU máxima.

50 Por ejemplo, si el tamaño de una unidad de codificación actual es 64×64 y un tamaño de unidad de transformación máxima es 32×32 , entonces el tamaño de una unidad de transformación puede ser 32×32 cuando una bandera de tamaño de TU es 0, puede ser 16×16 cuando la bandera de tamaño de TU es 1, y puede ser 8×8 cuando la bandera de tamaño de TU es 2.

55 Como otro ejemplo, si el tamaño de la unidad de codificación actual es 32×32 y un tamaño de unidad de transformación mínima 32×32 , entonces el tamaño de la unidad de transformación puede ser 32×32 cuando la bandera de tamaño de TU es 0. En este punto, la bandera de tamaño de TU no puede establecerse a un valor distinto de 0, puesto que el tamaño de la unidad de transformación no puede ser menor de 32×32 .

Como otro ejemplo, si el tamaño de la unidad de codificación actual es 64x64 y una bandera de tamaño de TU máxima es 1, entonces la bandera de tamaño de TU puede ser 0 o 1. En este punto, la bandera de tamaño de TU no puede establecerse a un valor distinto de 0 o 1.

5 Por lo tanto, si se define que la bandera de tamaño de TU máxima es 'MaxTransformSizeIndex', un tamaño de unidad de transformación mínimo es 'MinTransformSize', y un tamaño de unidad de transformación es 'RootTuSize' cuando la bandera de tamaño de TU es 0, entonces un tamaño de unidad de transformación mínima actual 'CurrMinTuSize' que puede determinarse en una unidad de codificación actual, puede definirse mediante la Ecuación 10.

[Ecuación 10]

10 CurrMinTuSize

= max(MinTransformSize, RootTuSize/(2^MaxTransformSizeIndex)).

15 En comparación con el tamaño de la unidad de transformación mínima actual 'CurrMinTuSize' que puede determinarse en la unidad de codificación actual, un tamaño de unidad de transformación 'RootTuSize' cuando la bandera de tamaño de TU es 0 puede indicar un tamaño de unidad de transformación máxima que puede seleccionarse en el sistema.

20 En la ecuación 10, 'RootTuSize/(2^MaxTransformSizeIndex)' indica un tamaño de unidad de transformación cuando el tamaño de la unidad de transformación 'RootTuSize', cuando la bandera de tamaño de TU es 0, se divide un número de veces que corresponde a la bandera de tamaño de TU máxima, y 'MinTransformSize' indica un tamaño de transformación mínimo. Por lo tanto, un valor más pequeño de entre 'RootTuSize/(2^MaxTransformSizeIndex)' y 'MinTransformSize' puede ser el tamaño de unidad de transformación mínimo actual 'CurrMinTuSize' que puede determinarse en la unidad de codificación actual.

El tamaño de unidad de transformación máxima RootTuSize puede variar de acuerdo con el tipo de un modo de predicción.

25 Por ejemplo, si un modo de predicción actual es un inter modo, entonces 'RootTuSize' puede determinarse usando la Ecuación (11) a continuación. En la ecuación 11, 'MaxTransformSize' indica un tamaño de unidad de transformación máxima, y 'PUSize' indica un tamaño de un tamaño de unidad de predicción actual.

[Ecuación 11]

RootTuSize = min(MaxTransformSize, PUSize).

30 Es decir, si el modo de predicción actual es el inter modo, el tamaño de unidad de transformación 'RootTuSize' cuando la bandera de tamaño de TU es 0, puede ser un valor más pequeño de entre el tamaño de unidad de transformación máxima y el tamaño de unidad de predicción actual.

Si un modo de predicción de una unidad de partición actual es un intra modo, 'RootTuSize' puede determinarse usando la Ecuación 12 a continuación. En la ecuación 12, 'PartitionSize' indica el tamaño de la unidad de partición actual.

35 [Ecuación 12]

RootTuSize = min(MaxTransformSize, PartitionSize).

Es decir, si el modo de predicción actual es el intra modo, el tamaño de unidad de transformación 'RootTuSize' cuando la bandera de tamaño de TU es 0 puede ser un valor más pequeño de entre el tamaño de unidad de transformación máxima y el tamaño de la unidad de partición actual.

40 Sin embargo, el tamaño de unidad de transformación máxima actual 'RootTuSize' que varía de acuerdo con el tipo de un modo de predicción en una unidad de partición es solo un ejemplo y la presente invención no está limitada a lo mismo.

45 La Figura 21 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de codificación de un vídeo para compensar un valor de píxel después de realizar filtración de bucle basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol.

50 En la operación 2110, una instantánea actual se divide en al menos una unidad de codificación máxima, y una profundidad codificada para emitir un resultado de codificación final de acuerdo con al menos una región de división, que se obtiene dividiendo una región de cada unidad de codificación máxima de acuerdo con las profundidades, se determina codificando la al menos una región de división. También, se determina un modo de codificación que incluye información acerca de una profundidad codificada o información de división, información acerca de un tipo de partición de una profundidad codificada, un modo de predicción, y un tamaño de una unidad de transformación de

acuerdo con una unidad de codificación más profunda de acuerdo con las profundidades.

5 Una profundidad máxima que indica un número total de posibles veces que se divide la unidad de codificación máxima puede predeterminarse. La unidad de codificación máxima puede dividirse jerárquicamente, y la codificación puede realizarse de manera repetitiva para cada unidad de codificación más profunda cada vez que la profundidad se hace profunda. Los errores de codificación de todas las unidades de codificación más profundas se miden y comparan para determinar una profundidad codificada que genera el mínimo error de codificación de la unidad de codificación.

10 En la operación 2120, los datos de imagen codificados se decodifican basándose en la profundidad codificada y el modo de codificación, y se genera una imagen restaurada realizando filtración de bucle en los datos de imagen decodificados. La imagen restaurada puede generarse realizando filtración de bucle adaptativa, que realiza de manera continua al menos una filtración unidimensional en los datos de imagen decodificados o datos de imagen desbloqueados.

15 En la operación 2130, se determina un valor de compensación acerca de un error entre cada píxel restaurado en un grupo predeterminado de la imagen restaurada y un píxel original, y un grupo de píxeles que incluye píxeles restaurados a compensar. El grupo de píxeles que incluye los píxeles restaurados que tienen valores de píxel a compensar puede determinarse de acuerdo con niveles de valor de extremo y/o de borde de valores de píxel, bandas de valores de píxeles, o líneas. El valor de compensación de acuerdo con grupos de píxeles puede determinarse basándose en un valor promedio de los errores.

20 En la operación 2140, se emiten los datos de imagen que constituyen el resultado de codificación final de acuerdo con la al menos una región de división, la información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación, información acerca de un coeficiente de filtración de bucle e información relacionada con el valor de compensación. La información acerca del modo de codificación puede incluir información acerca de una profundidad codificada o información de división, información acerca de un tipo de partición de la profundidad codificada, un modo de predicción y un tamaño de una unidad de transformación.

25 La información relacionada con el valor de compensación de acuerdo con los grupos de píxeles puede codificarse junto con la información acerca del modo de codificación, los datos de vídeo y la información acerca del coeficiente de filtración de bucle, que se codifican de acuerdo con el procedimiento basándose en las unidades de codificación que tienen la estructura de árbol, y puede transmitirse a un decodificador.

30 La Figura 22 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de decodificación de un vídeo para compensar un valor de píxel después de realizar filtración de bucle basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol.

35 En la operación 2210, se recibe y analiza un flujo de bits acerca de un vídeo codificado de acuerdo con el procedimiento de la Figura 21 basándose en las unidades de codificación que tienen la estructura de árbol, y se extraen los datos de imagen de una instantánea actual asignados a una unidad de codificación máxima, información acerca de una profundidad codificada y un modo de codificación de acuerdo con las unidades de codificación máxima, información acerca de un coeficiente de filtración de bucle e información relacionada con un valor de compensación a partir del flujo de bits analizado.

40 Se selecciona una profundidad codificada de acuerdo con las unidades de codificación máxima como una profundidad que tiene el mínimo error de codificación de acuerdo con las unidades de codificación máxima mientras se codifica la instantánea actual. La codificación se realiza de acuerdo con las unidades de codificación máxima codificando los datos de imagen basándose en al menos una unidad de datos obtenida dividiendo jerárquicamente la unidad de codificación máxima de acuerdo con las profundidades. Por consiguiente, cada pieza de datos de imagen se decodifica después de determinar la profundidad codificada de acuerdo con las unidades de codificación, mejorando de esta manera la eficacia de codificación y decodificación de una imagen.

45 En la operación 2220, los datos de imagen se decodifican en cada unidad de codificación máxima basándose en la información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación, y se genera una imagen restaurada realizando filtración de bucle en los datos de imagen decodificados. La imagen restaurada puede generarse realizando filtración de bucle adaptativa, en la que se realiza de manera continua al menos una filtración unidimensional, en los datos de imagen decodificados o datos de imagen desbloqueados.

50 En la operación 2230, se determina un grupo de píxeles que incluye píxeles restaurados a compensar de entre píxeles restaurados de la imagen restaurada, usando el valor de compensación. El grupo de píxeles que incluye los píxeles restaurados que tienen valores de píxel a compensar puede determinarse usando el valor de compensación, de acuerdo con niveles de valor de extremo y/o de borde de los valores de píxel de los píxeles restaurados, bandas de valores de píxeles, o líneas, usando un procedimiento de determinación de un grupo de píxeles basándose en la información extraída relacionada con el valor de compensación.

55 En la operación 2240, una imagen restaurada que tiene un error compensado puede emitirse compensando un error entre los píxeles restaurados del grupo de píxeles determinado y píxel original correspondiente usando el valor de

compensación.

5 De acuerdo con el procedimiento de codificación de un vídeo y el procedimiento de decodificación de un vídeo, la calidad de la imagen restaurada puede mejorarse compensando un error sistemático de la imagen restaurada, y puede reducirse una tasa de bits de transmisión de información adicional para mejorar la calidad de la imagen restaurada puesto que únicamente se codifica y transmite la información acerca del valor de compensación de acuerdo con los grupos de píxeles, y no se transmite la información acerca de una localización de un píxel a compensar.

10 Aunque se ha mostrado y descrito particularmente anteriormente realizaciones ejemplares, se entenderá por los expertos en la materia que pueden realizarse diversos cambios en forma y detalles en la misma sin alejarse del alcance del concepto inventivo según se define mediante las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones ejemplares deberían considerarse en un sentido descriptivo únicamente y no para fines de limitación. Por lo tanto, el alcance del concepto inventivo se define no por la descripción detallada de realizaciones ejemplares sino por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

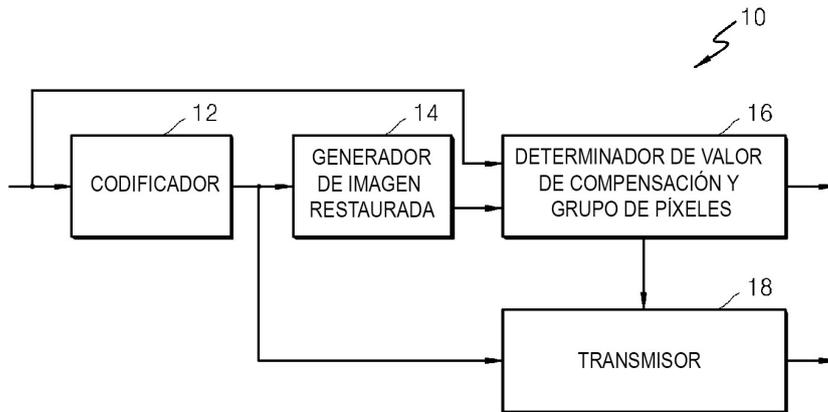
1. Un aparato para decodificación de vídeo, comprendiendo el aparato:

5 un procesador que está configurado para obtener, a partir de un flujo de bits, información acerca de un tipo de corrección de valores de píxel y, cuando la información acerca de un tipo de corrección de valores de píxel indica uno de un tipo de banda y un tipo de borde, obtener una pluralidad de valores de compensación a partir del flujo de bits;

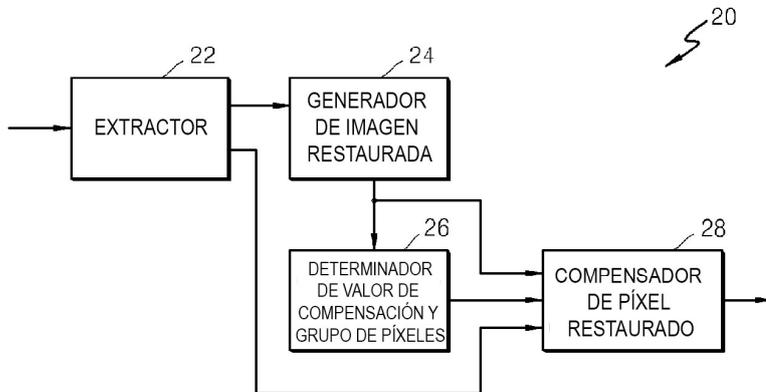
10 un compensador de tipo de banda que está configurado para, cuando la información acerca de un tipo de corrección de valores de píxel indica el tipo de banda, añadir un valor de compensación entre la pluralidad de valores de compensación a un píxel en una banda entre píxeles de un bloque actual, en el que un intervalo total de valores de los píxeles es desde un valor mínimo de los valores de los píxeles hasta un valor máximo de los valores de los píxeles, y una sección que corresponde al intervalo total de valores de los píxeles se divide uniformemente en una pluralidad de bandas, la banda es una de una pluralidad de bandas, un valor del píxel está en un intervalo de valores de píxel que corresponden a la banda, la pluralidad de valores de compensación corresponden a la pluralidad de bandas y el valor de compensación corresponde a la banda; y

15 un compensador de tipo de borde que está configurado para, cuando la información acerca de un tipo de corrección de valores de píxel indica el tipo de borde, añadir el valor de compensación entre la pluralidad de valores de compensación, a un píxel que corresponde a un nivel de valor de borde entre los píxeles de un bloque actual, en el que el nivel de valor de borde se determina basándose en si el valor del píxel (30) es mayor o menor que los valores de píxeles restaurados vecinos (31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 y 38) en una dirección vertical, una horizontal o una diagonal, la pluralidad de valores de compensación corresponde a la pluralidad de niveles de valor de borde, y el
20 valor de compensación corresponde al nivel de valor de borde entre la pluralidad de niveles de valor de borde.

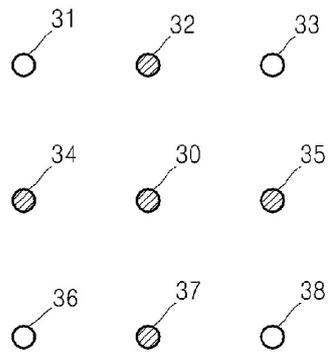
[Fig. 1]



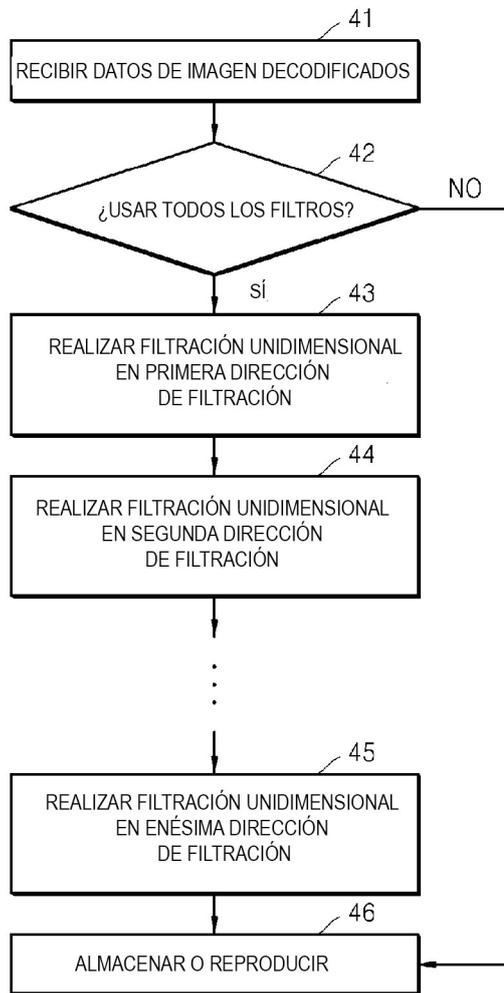
[Fig. 2]



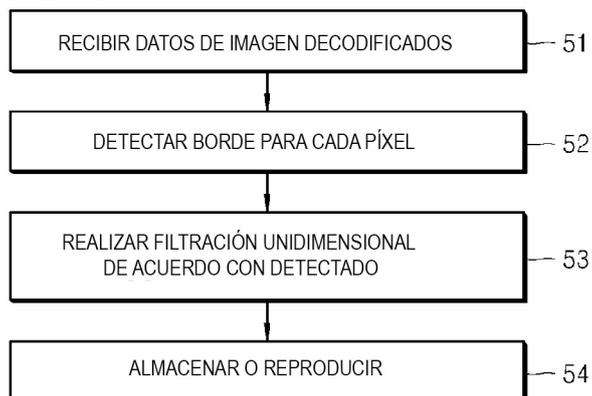
[Fig. 3]



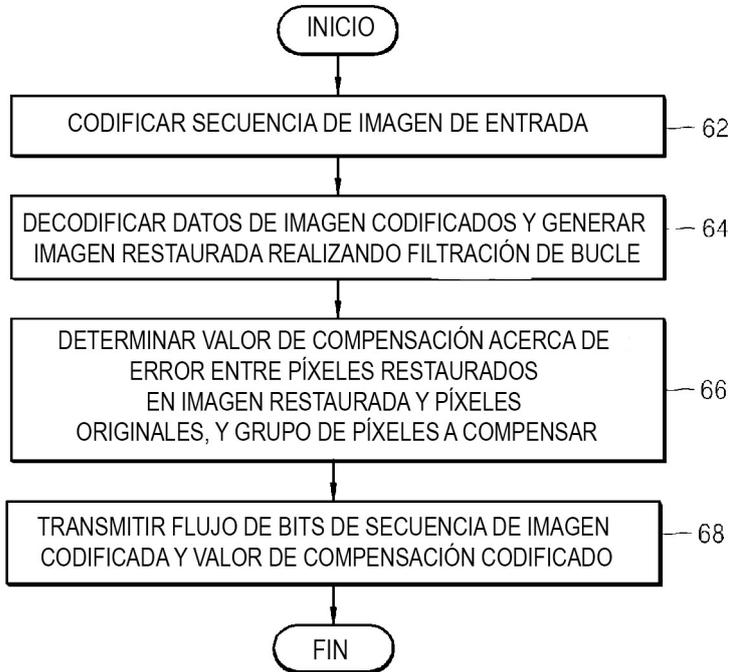
[Fig. 4]



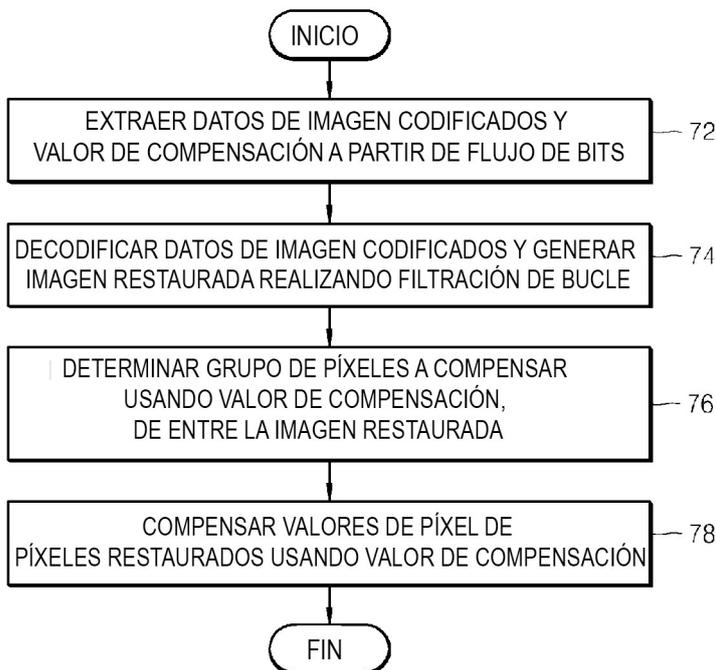
[Fig. 5]



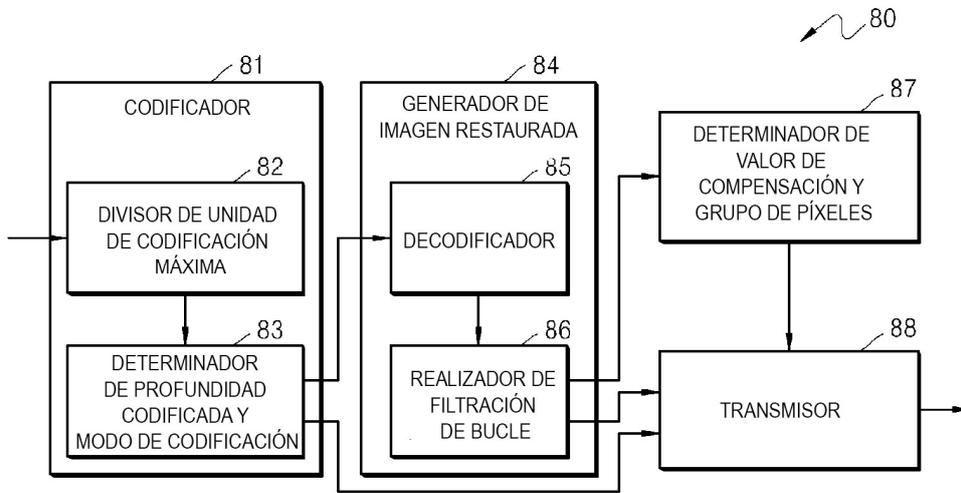
[Fig. 6]



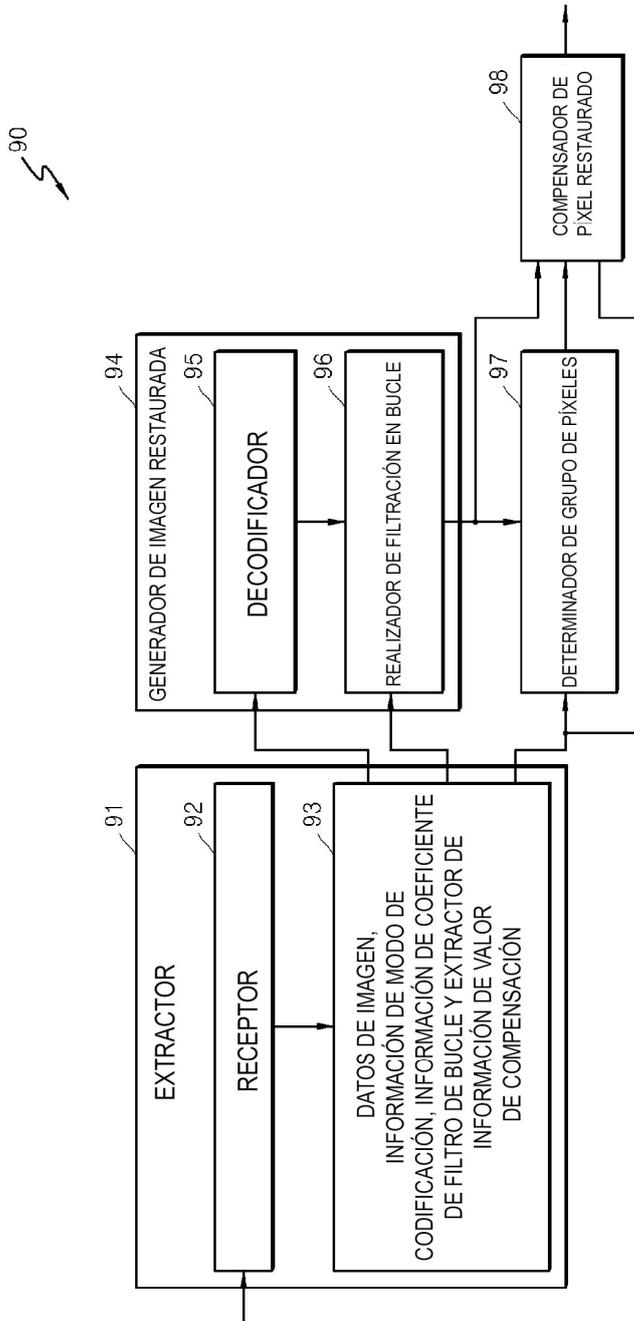
[Fig. 7]



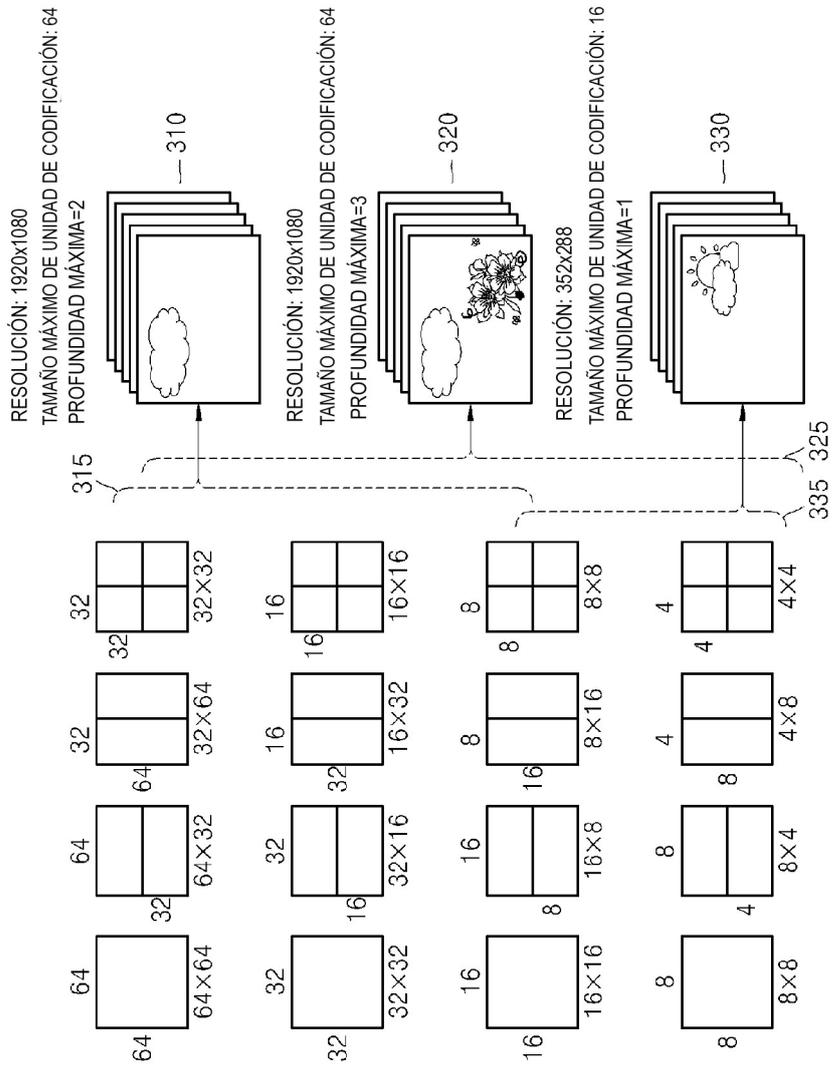
[Fig. 8]



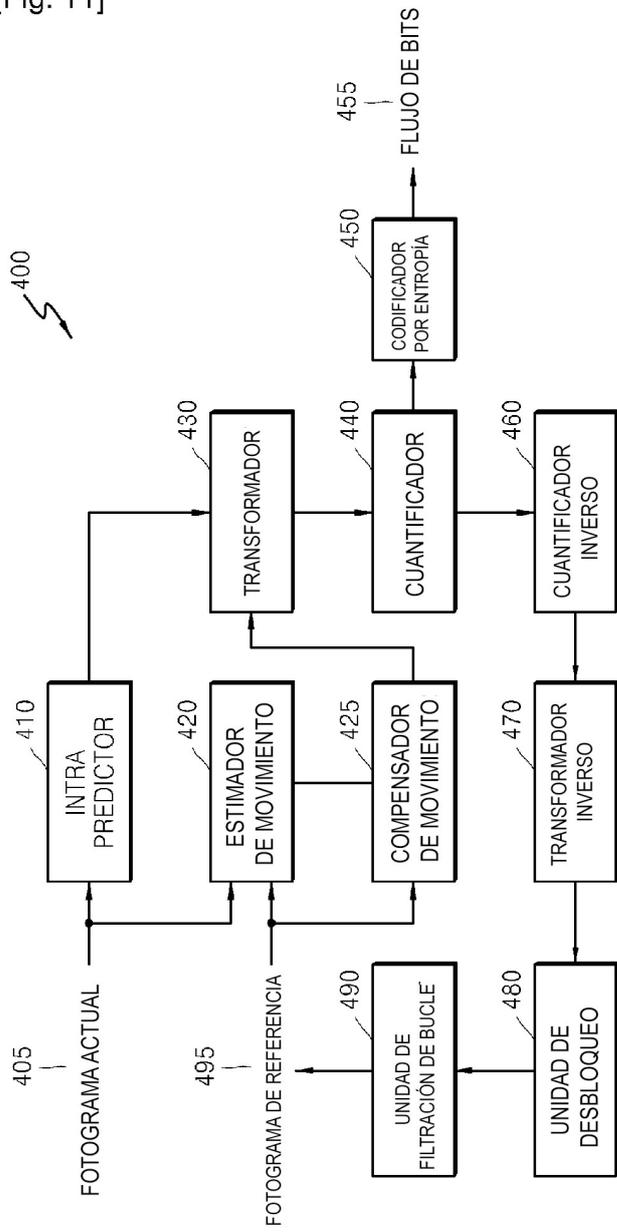
[Fig. 9]



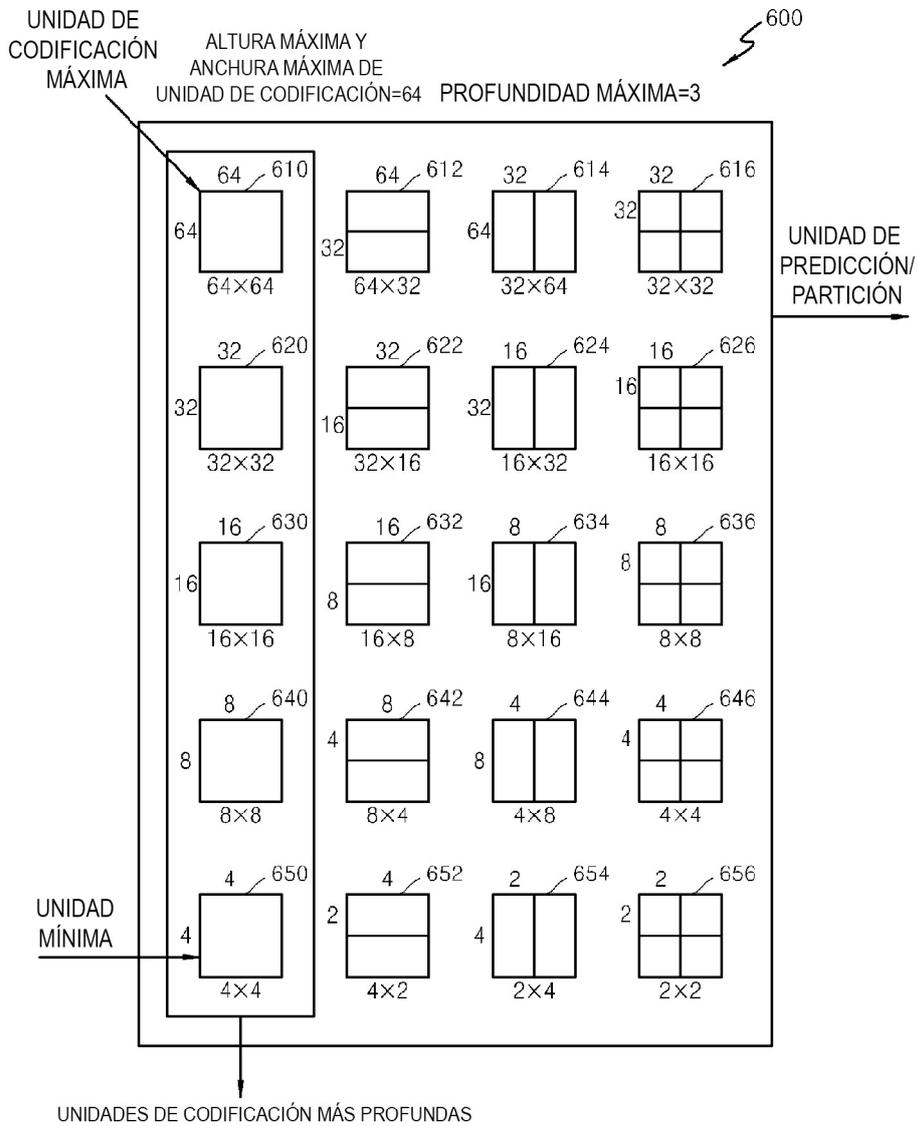
[Fig. 10]



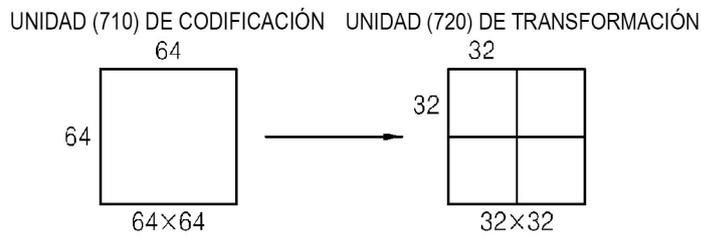
[Fig. 11]



[Fig. 13]

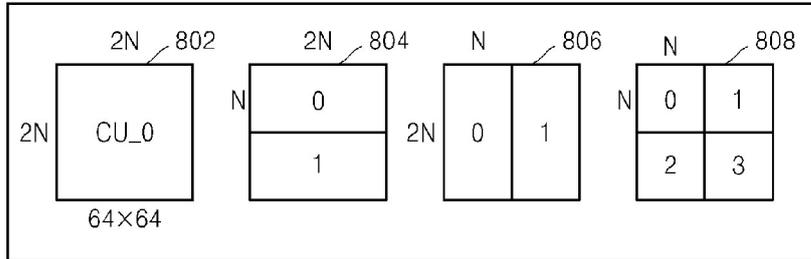


[Fig. 14]

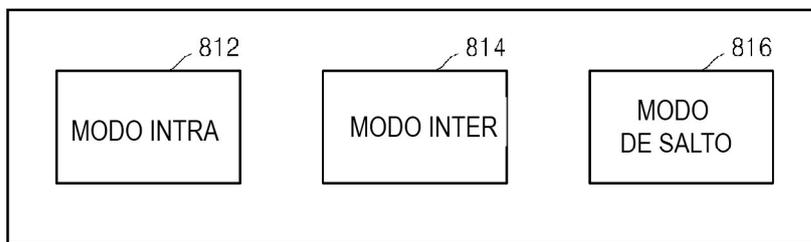


[Fig. 15]

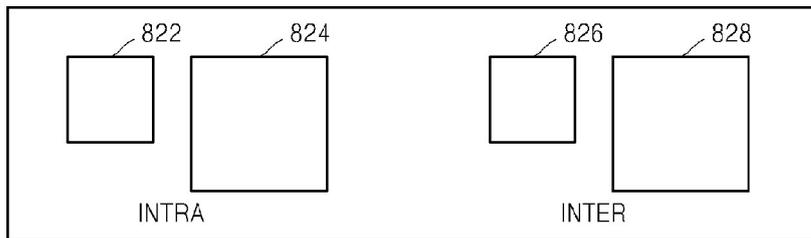
'TIPO DE PARTICIÓN'-INFORMACIÓN (800)



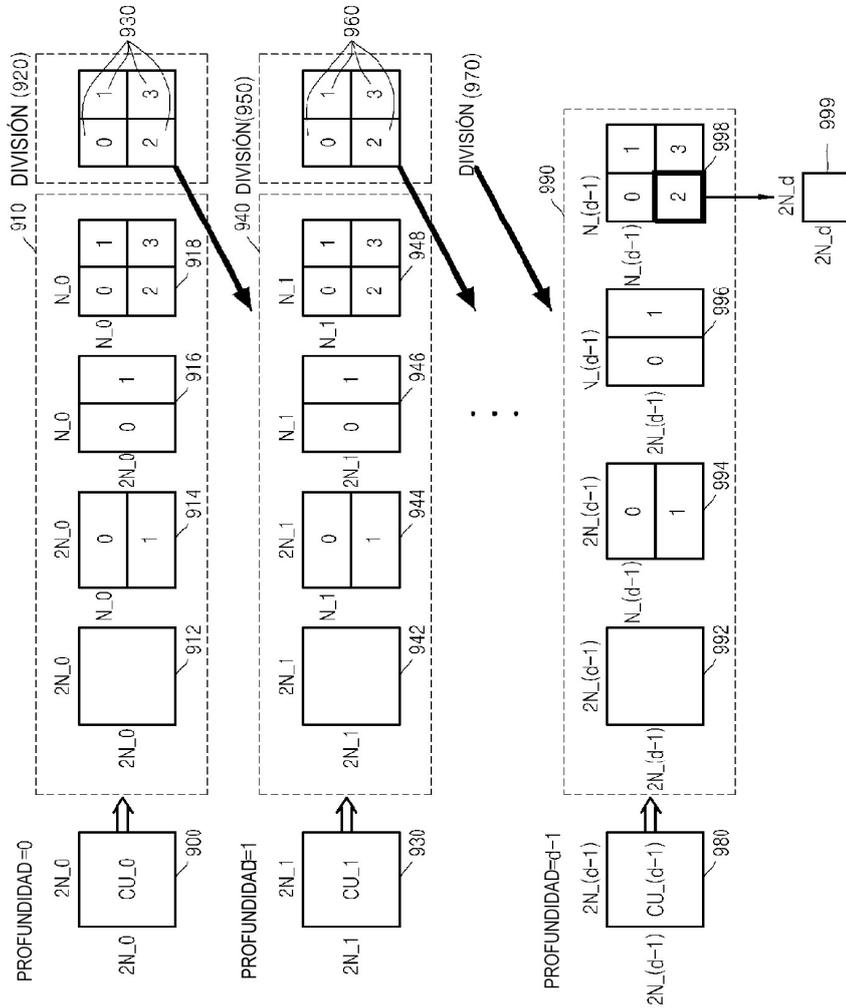
'MODO DE PREDICCIÓN'-INFORMACIÓN (810)



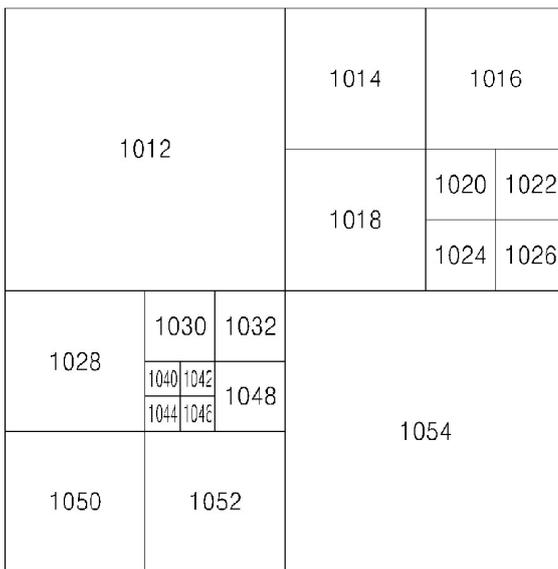
'TAMAÑO DE UNIDAD DE TRANSFORMACIÓN'-INFORMACIÓN (820)



[Fig. 16]

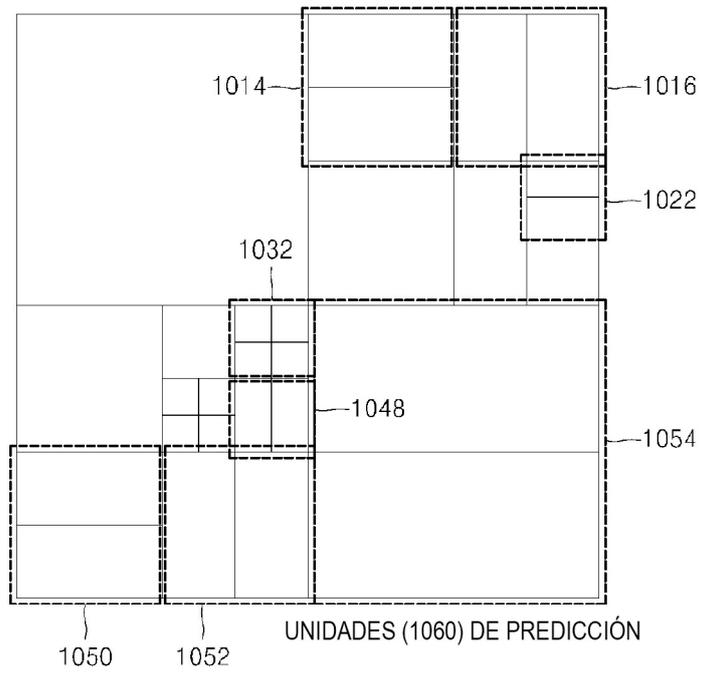


[Fig. 17]

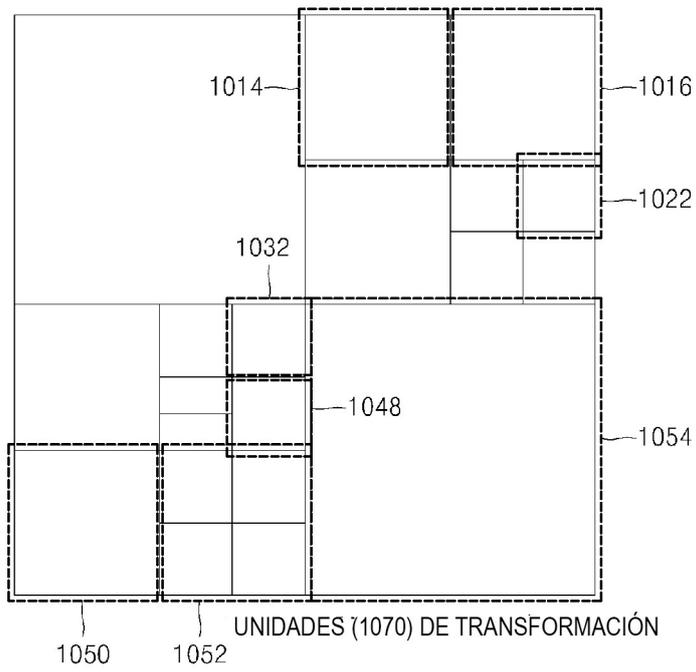


UNIDADES (1010) DE CODIFICACIÓN

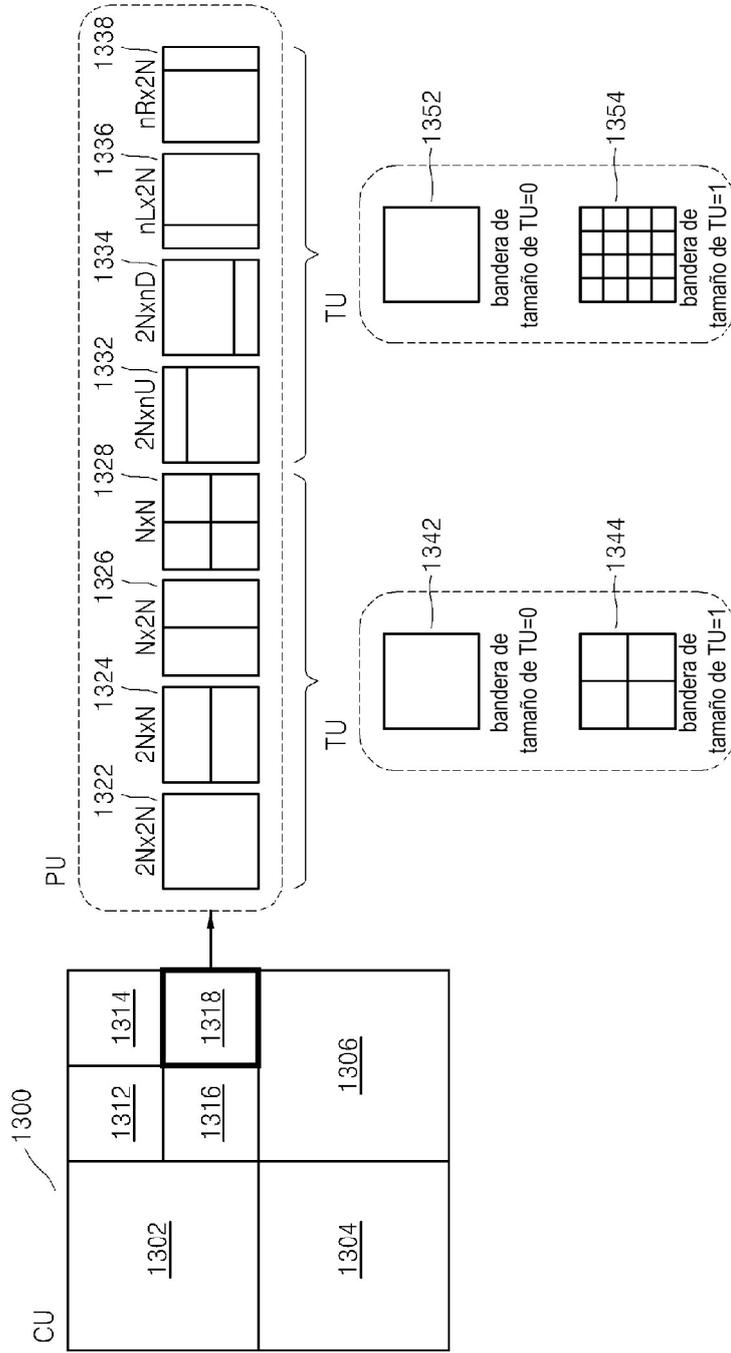
[Fig. 18]



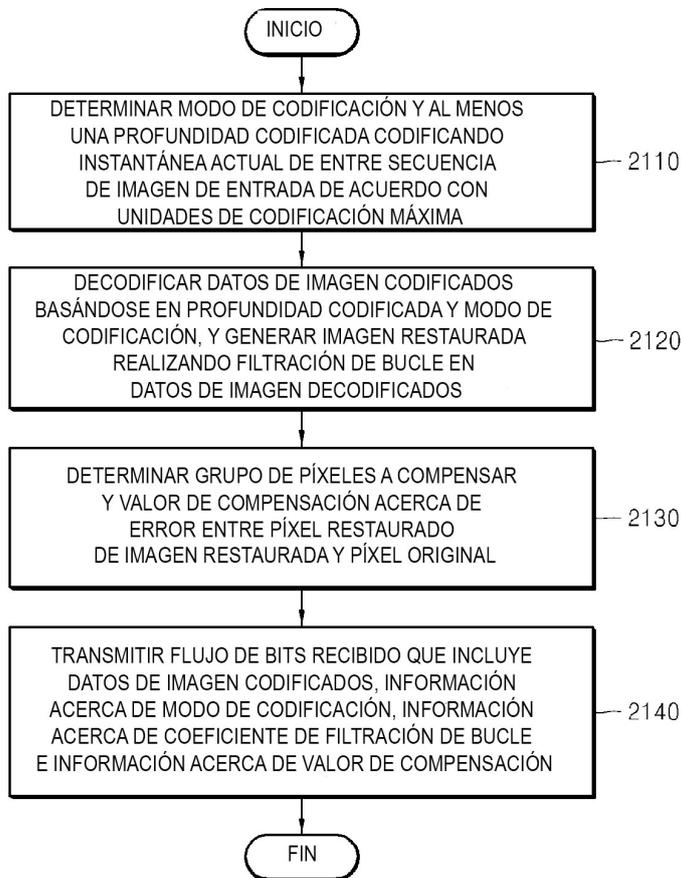
[Fig. 19]



[Fig. 20]



[Fig. 21]



[Fig. 22]

