

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 870**

51 Int. Cl.:

**H04N 19/117** (2014.01)  
**H04N 19/182** (2014.01)  
**H04N 19/186** (2014.01)  
**H04N 19/43** (2014.01)  
**H04N 19/523** (2014.01)  
**H04N 19/82** (2014.01)  
**G06F 17/17** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2011 E 15173605 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2953355**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de interpolación de imágenes usando un filtro de interpolación de suavizado**

30 Prioridad:

**30.09.2010 US 388264 P**  
**22.12.2010 US 201061426479 P**  
**12.01.2011 US 201161431909 P**  
**09.03.2011 US 201161450775 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.08.2017**

73 Titular/es:

**SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD (100.0%)**  
**129, Samsung-ro, Yeongtong-gu**  
**Suwon-si, Gyeonggi-do 443-742, KR**

72 Inventor/es:

**ALSHIN, ALEXANDER;**  
**ALSHINA, ELENA;**  
**CHEN, JIANLE;**  
**SHLYAKHOV, NIKOLAY;**  
**HONG, YOON-MI y**  
**HAN, WOO-JIN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 629 870 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 dispositivo de interpolación de imágenes usando un filtro de interpolación de suavizado

### Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato para la compensación de movimiento.

### 5 Antecedentes de la técnica

En los procedimientos de codificación y decodificación de imagen típicos, con el fin de codificar una imagen, una imagen se divide en bloques de macro. Después de eso, la codificación de predicción se realiza sobre cada bloque de macro usando interpredicción o intrapredicción.

10 La interpredicción se refiere a un procedimiento de compresión de una imagen eliminando la redundancia temporal entre las imágenes y su ejemplo representativo es la codificación de estimación de movimiento. En la codificación de estimación de movimiento, cada bloque de una imagen actual se predice usando al menos una imagen de referencia. Un bloque de referencia que es más similar a un bloque actual se encuentra dentro de un intervalo de búsqueda predeterminado usando una función de evaluación predeterminada.

15 Un bloque actual se predice basándose en un bloque de referencia, y un bloque residual obtenido sustrayendo del bloque actual un bloque de predicción generado como un resultado de predicción se codifica.

En este caso, con el fin de realizar la predicción con mayor precisión, se realiza la interpolación sobre un intervalo de búsqueda de la imagen de referencia, se generan píxeles de unidad sub-pel más menores que los píxeles de unidad pel entera, y se realiza una interpredicción sobre los píxeles de unidad sub-pel generados.

20 MCCANN (ZETACAST / SAMSUNG) K Y COL.: "Video coding technology proposal by Samsung (and BBC)", 1. JCT-VC MEETING; 15-4-2010 - 23-4-2010; DRESDEN; (JOINTCOLLABORATIVE TEAM ON VIDEO CODING OF ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 AND ITU-TSG.16); URL: HTTP://WFTP3.ITU.INT/AV-ARCH/JCTVC-SITE/, número XP030007572, 1 de junio de 2010 (01-06-2010), XP030007573, ISSN: 0000-0049 describe la compensación de movimiento usando filtrado de interpolación en la sección [2.3.4 DCT-based interpolation filter (DIF)].

### Divulgación de la invención

### 25 Problema técnico

La presente invención proporciona un aparato para la compensación de movimiento que utiliza un filtro de interpolación para generar píxeles de unidad sub-pel interpolando píxeles de unidad pel entera.

### Solución técnica

30 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de acuerdo con las reivindicaciones en el presente documento.

### Efectos ventajosos

35 Cuando un vídeo se codifica y decodifica, puesto que una imagen de alta calidad se genera interpolando un fotograma de referencia y se realiza una estimación y compensación del movimiento basándose en la imagen de alta calidad, la precisión de la interpredicción puede aumentarse. También, ya que un filtro de interpolación de suavizado se usa para reducir los componentes de alta frecuencia en un resultado de interpolación y así se obtiene el resultado de la interpolación de suavizado, los componentes de alta frecuencia pueden retirarse y la eficacia de la codificación de la imagen y la decodificación de la imagen puede mejorarse.

### Breve descripción de los dibujos

40 La figura 1 es un diagrama de un aparato de interpolación de imagen;  
la figura 2 es un diagrama para describir una relación entre una unidad pel entera y una unidad sub-pel;  
la figura 3 es un diagrama que ilustra píxeles de unidad pel entera adyacentes a los que se hace referencia para determinar el valor de un pixel de unidad sub-pel;  
las figuras 4A a 4C son diagramas que ilustran ejemplos de píxeles de unidad pel entera a los que se harán referencia para determinar el valor de un pixel de unidad sub-pel;  
45 la figura 5 es un gráfico de un parámetro de un filtro de interpolación de suavizado;  
la figura 6 es un gráfico de una función spline utilizable por un filtro de interpolación de suavizado;  
la figura 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento de interpolación de imagen;  
las figuras 8A a 8C son tablas que muestran los coeficientes de filtro de filtros de interpolación de 12 tomas determinados basándose en un parámetro de suavizado y una ubicación de interpolación;  
50 las figuras 9A a 9C son tablas que muestran los coeficientes de filtro de filtros de interpolación de 6 tomas determinados basándose en un parámetro de suavizado y una ubicación de interpolación;

la figura 10 es una tabla que muestra coeficientes de filtro de filtros de interpolación de 6 tomas determinados por píxeles de color basándose en un parámetro de suavizado y una ubicación de interpolación;  
 la figura 11 es una tabla que muestra coeficientes de filtros de interpolación de suavizado determinados de manera diferente basándose en un componente de color y una ubicación de interpolación de imagen;  
 5 las figuras 12A a 12C son tablas que muestran coeficientes de filtro de filtros de interpolación de suavizado de imagen basándose en una ubicación de interpolación y un factor de escala, incluyendo aquellos de acuerdo con las realizaciones de la presente invención;  
 la figura 13A es un diagrama de bloques de un aparato de codificación de vídeo que usa una interpolación de suavizado;  
 10 la figura 13B es un diagrama de bloques de un aparato de decodificación de vídeo que usa una interpolación de suavizado;  
 la figura 14A es un diagrama de flujo de un procedimiento de codificación que usa un filtro de interpolación de suavizado.  
 la figura 14B es un diagrama de flujo de un procedimiento de decodificación que usa un filtro de interpolación de suavizado.  
 15 la figura 15 es un diagrama para describir un concepto de unidades de codificación;  
 la figura 16 es un diagrama de bloques de un codificador de imagen basándose en unidades de codificación;  
 la figura 17 es un diagrama de bloques de un decodificador de imagen basándose en unidades de codificación;  
 la figura 18 es un diagrama que ilustra unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades, y particiones;  
 20 la figura 19 es un diagrama para describir una relación entre una unidad de codificación y unidades de transformación;  
 la figura 20 es un diagrama para describir información de codificación de unidades de codificación que corresponde a una profundidad codificada;  
 25 la figura 21 es un diagrama unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades;  
 las figuras 22 a 24 son diagramas para describir una relación entre unidades de codificación, unidades de predicción, y unidades de transformación;  
 la figura 25 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 la información del modo de codificación de la tabla 1;  
 30 la figura 26 es un diagrama de flujo de un procedimiento de codificación de vídeo que usa un filtro de interpolación de suavizado basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol; y  
 la figura 27 es un diagrama de flujo de un procedimiento de decodificación de vídeo que usa un filtro de interpolación de suavizado basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol.

35 **Mejor modo de llevar a cabo la invención**

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de acuerdo con las reivindicaciones en el presente documento. Un ejemplo de un procedimiento de interpolación de una imagen en consideración del suavizado, el procedimiento incluye seleccionar de distinta manera un filtro de interpolación basándose en una ubicación de interpolación en unidades sub-pel y una suavidad de entre los filtros de interpolación para generar al  
 40 menos un valor de píxel de unidad sub-pel ubicado entre los píxeles de unidad pel entera; y generar el al menos un valor de píxel de unidad sub-pel interpolando los valores de píxel de los píxeles de unidad pel entera usando el filtro de interpolación seleccionado.

El filtro de interpolación puede incluir coeficientes de filtro para transformar los píxeles de unidad pel entera basándose en una pluralidad de funciones básicas e inversamente transformando una pluralidad de coeficientes generados como un resultado de la transformación.  
 45

El filtro de interpolación puede incluir coeficientes de filtros que tienen la suavidad determinada basándose en una distancia entre la ubicación de interpolación y los píxeles de unidad pel entera. Los filtros de interpolación pueden incluir coeficientes que tienen la suavidad determinada basándose en la distancia entre la ubicación de interpolación y los píxeles de unidad pel entera en la ubicación de interpolación.

50 Con el fin de interpolar los píxeles de unidad pel entera en un ámbito espacial, el filtro de interpolación puede incluir coeficientes de filtro obtenidos por la combinación de un filtro para realizar la transformación y la transformación inversa usando la pluralidad de funciones básicas, y una función de ventana, y la función de ventana puede ser simétrica con respecto a la ubicación de interpolación.

55 Con el fin de interpolar los píxeles de unidad pel entera en un ámbito espacial, el filtro de interpolación puede incluir coeficientes de filtro obtenidos por la combinación de un filtro para realizar la transformación y la transformación inversa usando la pluralidad de funciones básicas, y un parámetro de suavizado, y el parámetro de suavizado puede controlar al menos uno de entre la velocidad de suavizado y el intervalo de suavizado.

60 El filtro de interpolación puede incluir coeficientes de filtro basándose en una función spline. El filtro de interpolación puede incluir coeficientes de filtro para maximizar una respuesta de baja frecuencia del filtro de interpolación basándose en una función polinómica.

La selección del filtro de interpolación puede incluir seleccionar un filtro de interpolación que incluye coeficientes de filtro escalados a números enteros, de entre los filtros de interpolación, y la generación de al menos un valor de píxel de unidad sub-pel puede incluir normalizar el al menos un valor de píxel de unidad sub-pel generado usando el filtro de interpolación seleccionado, basándose en un factor de escala.

5 La selección del filtro de interpolación puede incluir seleccionar de diferente manera un filtro de interpolación basándose en características de píxel de entre los filtros de interpolación, y la generación de el al menos un valor de píxel de unidad sub-pel puede incluir generar el al menos un valor de píxel de unidad sub-pel usando el filtro de interpolación seleccionado de manera diferente basándose en las características del píxel.

10 En un ejemplo de un aparato para interpolar una imagen en consideración del suavizado, el aparato incluye un selector de filtro que selecciona de distinta manera un filtro de interpolación basándose en una ubicación de interpolación en unidades sub-pel y una suavidad de entre los filtros de interpolación para generar al menos un valor de píxel de unidad sub-pel ubicado entre los píxeles de unidad pel entera; y un interpolador para generar el al menos un valor de píxel de unidad sub-pel interpolando los valores de píxel de los píxeles de unidad pel entera usando el filtro de interpolación seleccionado.

15 En un ejemplo de un procedimiento de interpolación de una imagen en consideración de un componente de color, el procedimiento incluye seleccionar de diferente manera un filtro de interpolación basándose en la ubicación de interpolación de unidad sub-pel y un componente de color de un píxel actual de entre los filtros de interpolación para generar el al menos un valor de píxel sub-pel ubicado entre los píxeles de unidad pel entera; y generar el al menos un valor de píxel de unidad sub-pel interpolando los valores de píxel de los píxeles de unidad pel entera usando el  
20 filtro de interpolación seleccionado.

La selección del filtro de interpolación puede incluir, con el fin de interpolar un pixel de color, seleccionar un filtro de interpolación que tiene una suavidad más fuerte que un filtro de interpolación para un píxel de brillo, de entre los filtros de interpolación.

25 El filtro de interpolación que tiene una suavidad más fuerte que la del filtro de interpolación para un píxel de brillo puede ser uno de entre un filtro que incluye coeficientes de filtro para suavizar los píxeles de unidad pel entera, transformar los píxeles de unidad pel entera suavizados usando una pluralidad de funciones básicas, y transformar inversamente una pluralidad de coeficientes generados como un resultado de transformar; un filtro obtenido combinando los coeficientes de filtro para realizar la transformación y la transformación inversa usando la pluralidad de funciones básicas, y los coeficientes de la función de ventana para realizar un filtrado de paso bajo; un filtro que  
30 incluye coeficientes de filtro para un suavizado más fuerte de los píxeles de unidad pel entera límite basándose en una condición límite de una función spline; y un filtro que incluye coeficientes de filtro para maximizar una respuesta de baja frecuencia de un filtro de interpolación basándose en una función polinómica.

35 En un ejemplo de un aparato para interpolar una imagen en consideración de un componente de color, el aparato incluye un selector de filtro para seleccionar de manera diferente un filtro de interpolación basándose en una ubicación de interpolación de unidad sub-pel y el componente de color de un píxel actual de entre los filtros de interpolación para generar el al menos un valor de píxel de unidad sub-pel ubicado entre los píxeles de unidad pel entera; y un interpolador para generar el al menos un valor de unidad sub-pel interpolando los valores de píxel de los píxeles de unidad pel entera usando el filtro de interpolación seleccionado.

40 En un ejemplo de un codificador de vídeo que utiliza un filtro de interpolación de imagen, el codificador de vídeo incluye un codificador para seleccionar de diferente manera un filtro de interpolación basándose en la ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad de entre los filtros de interpolación almacenados en el codificador de vídeo, con respecto a cada bloque de una imagen de entrada, que realiza la codificación de predicción para generar el al menos un valor de píxel de unidad sub-pel interpolando los valores de píxeles de píxeles de unidad pel entera usando el filtro de interpolación seleccionado, y realizar la transformación y cuantificación sobre un resultado de  
45 predicción de la codificación de predicción de una unidad de salida para generar un flujo de bits generado por la realización de la codificación de entropía de coeficientes sobre los coeficientes de transformación cuantificados y la información de codificación; y un almacén para almacenar los coeficientes de filtro de los filtros de interpolación.

50 En un ejemplo de un decodificador de vídeo que utiliza un filtro de interpolación de imagen, el decodificador de vídeo incluye un receptor y un extractor para recibir un flujo de bits codificados de un vídeo y extraer la información de codificación y los datos codificados de una imagen de vídeo por la realización de la decodificación de entropía y el análisis sobre el flujo de bits; un decodificador para realizar la cuantificación inversa y la transformación inversa sobre los coeficientes de transformación cuantificados de los datos codificados de un bloque actual de la imagen, seleccionando de diferente manera un filtro de interpolación sobre una ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad de entre los filtros de interpolación almacenados en el decodificador de vídeo, que realiza la  
55 decodificación de predicción para generar el al menos un valor de píxel de unidad sub-pel interpolando los valores de píxeles de píxeles de unidad pel entera usando el filtro de interpolación seleccionado, y que reconstruye la imagen; y un almacén para almacenar los coeficientes de filtro de los filtros de interpolación.

En algunas disposiciones, se proporciona un medio de grabación legible por un ordenador que tiene grabado en él

un programa informático para ejecutar el procedimiento anterior.

**Modo de la invención**

En la siguiente descripción, una "imagen" puede referirse ampliamente a una imagen en movimiento tal como un vídeo, así como a una imagen fija.

5 La interpolación que considera el suavizado, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención, se desvela con referencia a las figuras 1 a 12C. También, una codificación y decodificación de vídeo que usa un filtro de interpolación de suavizado, de acuerdo con un ejemplo, se desvela con referencia a las figuras 13A a 27. Específicamente, la codificación y decodificación de vídeo que usa un filtro de interpolación de suavizado que se basan en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, de acuerdo con un ejemplo, se desvela con  
10 referencia a las figuras 15 a 27.

La interpolación de imagen que considera el suavizado y un filtro de interpolación de suavizado, de acuerdo con un ejemplo, se describirá ahora en detalle con referencia a las figuras 1 a 12C.

La figura 1 es un diagrama de bloques de un aparato 10 de interpolación de imagen.

15 El aparato 10 de interpolación de imagen que considera el suavizado incluye un selector 12 de filtro y un interpolador 14. Las operaciones del selector 12 de filtro y del interpolador 14 del aparato 10 de interpolación de imagen se controlarán de manera cooperativa por un procesador de codificación de vídeo, una unidad de procesamiento central (CPU), y un procesador gráfico.

20 El aparato 10 de interpolación de imagen puede recibir una imagen de entrada y puede generar valores de píxel de unidad sub-pel por la interpolación de píxeles de unidad pel entera. La imagen de entrada puede ser una secuencia de imagen, una imagen, un fotograma, o bloques de un vídeo.

El selector 12 de filtro puede seleccionar de manera diferente un filtro de interpolación para generar al menos un valor de píxel de unidad sub-pel ubicado entre las unidades pel enteras, basándose en una ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad.

25 El interpolador 14 puede interpolar los píxeles de unidad pel entera adyacentes a la ubicación de interpolación de unidad sub-pel usando el filtro de interpolación seleccionado por el selector 12 de filtro, generando así valores de píxel de unidad sub-pel. El filtrado de interpolación de píxeles de unidad pel entera para generar valores de píxel de unidad sub-pel puede incluir filtrado de interpolación de valores de píxeles de referencia de unidad pel entera que incluyen píxeles de unidad pel entera adyacentes a la ubicación de interpolación de unidad sub-pel ubicada en una región soportada por el filtro de interpolación.

30 Un filtro de interpolación puede incluir coeficientes de filtro para transformar píxeles de referencia de unidad pel entera basándose en una pluralidad de funciones básicas, y para transformar inversamente una pluralidad de coeficientes generados como un resultado de transformación.

35 El filtro de interpolación puede ser un filtro unidimensional o un filtro bidimensional. Si el filtro de interpolación seleccionado es un filtro unidimensional, el interpolador 14 puede realizar de manera secuencial el filtrado usando filtros de interpolación unidimensional en dos o más direcciones, generando así un valor de píxel de unidad sub-pel actual.

Un filtro de interpolación de suavizado puede tener una suavidad determinada basándose en una distancia entre una ubicación de interpolación y los píxeles de unidad pel entera.

40 Un filtro de interpolación puede incluir diferentes coeficientes de filtro basándose en la ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad. De ahora en adelante, a un filtro de interpolación determinado en consideración de una ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad se hará referencia como filtro de interpolación de suavizado.

Un filtro de interpolación de suavizado puede tener una suavidad determinada basándose en una distancia entre una ubicación de interpolación y los píxeles de unidad pel entera adyacentes a la ubicación de interpolación.

45 También, el filtro de interpolación de suavizado puede incluir coeficientes de filtro para píxeles de referencia de unidad pel entera de suavizado más fuerte lejos de la ubicación de interpolación.

Con el fin de interpolar píxeles de unidad pel entera en un ámbito espacial, el filtro de interpolación de suavizado puede obtenerse combinando coeficientes de filtro para realizar la transformación y la transformación usando una pluralidad de funciones básicas, y coeficientes de función de ventana para realizar el filtrado de paso bajo.

50 Una función de ventana puede ser simétrica con respecto a una ubicación de interpolación. El filtro de interpolación de suavizado obtenido por la combinación de coeficientes de filtro para la realización de la transformación y la transformación inversa y los coeficientes de función de ventana para realizar el filtrado de paso bajo puede incluir

coeficientes de filtro para proporcionar un mayor peso a un píxel de referencia de unidad pel entera cerca de la ubicación de interpolación y proporcionar un menor peso a un píxel de referencia de unidad pel entera lejos de la ubicación de interpolación.

5 El filtro de interpolación de suavizado puede incluir coeficientes de filtro para suavizar píxeles de referencia de unidad pel entera, transformar los píxeles de referencia de unidad pel entera suavizados usando una pluralidad de funciones básicas, y transformar inversamente una pluralidad de coeficientes generados como un resultado de transformación.

10 El filtro de interpolación de suavizado es un filtro de interpolación en un ámbito espacial, y puede incluir coeficientes de filtro obtenidos por la combinación de un filtro de interpolación para realizar la transformación y la transformación inversa, un parámetro de suavizado puede controlar al menos uno de entre la velocidad de suavizado y el intervalo de suavizado.

15 El filtro de interpolación de suavizado puede incluir coeficientes de filtro basándose en una función spline. Es decir, una función básica de transformación y de transformación inversa para determinar los coeficientes de filtro de interpolación puede ser una función spline. Con el fin de obtener un resultado de interpolación más suave, el filtro de interpolación de suavizado puede incluir coeficientes de filtro determinados por el uso de una función spline.

De acuerdo con un ejemplo, un filtro de interpolación de suavizado basándose en una función spline puede incluir coeficientes de filtro para un mayor suavizado de píxeles de referencia de unidad pel entera de límite basándose en una condición límite de la función spline.

20 De acuerdo con otro ejemplo, si una función básica de transformación y de transformación inversa es una función polinómica, un filtro de interpolación de suavizado puede incluir coeficientes para maximizar una respuesta de baja frecuencia de un filtro de interpolación basándose en la función polinómica.

Un filtro de interpolación de suavizado de acuerdo con un ejemplo puede incluir coeficientes de filtro diferentes basándose en una longitud de filtro como una ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad.

25 También, el filtro de interpolación de suavizado puede incluir coeficientes de filtro diferentes basándose en un factor de escala de un resultado de interpolación, así como una ubicación de interpolación de unidad sub-pel, una suavidad, y una longitud de filtro. El selector 12 de filtro puede seleccionar un filtro de interpolación de suavizado que incluye coeficientes de filtro escalado a números enteros. El interpolador 14 normaliza los valores de píxel generados usando el filtro de interpolación de suavizado seleccionado por el selector 12 de filtro.

30 También, el selector 12 de filtro puede seleccionar de manera diferente un filtro de interpolación basándose en características de píxel. El interpolador 14 puede generar valores de unidad sub-pel usando el filtro de interpolación de diferente manera basándose en características de píxel.

35 El filtro de interpolación seleccionable por el selector 12 de filtro puede incluir un filtro de interpolación de suavizado y un filtro de interpolación general que no considera el suavizado. De esta manera, basándose en las características de la imagen, el selector 12 de filtro puede seleccionar un filtro de interpolación general que no considere el suavizar en absoluto.

Por ejemplo, el aparato 10 de interpolación de imagen puede realizar una interpolación de imagen usando diferentes filtros de interpolación de imagen de acuerdo con los componentes de color.

40 De acuerdo con otro ejemplo, el selector 12 de filtro puede seleccionar de diferente manera un filtro de interpolación basándose en la ubicación de interpolación de unidad sub-pel y un componente de color del píxel actual. De acuerdo con otro ejemplo, el interpolador 14 puede interpolar píxeles de unidad pel entera usando el filtro de interpolación seleccionado, generando así al menos un valor de píxel de unidad sub-pel.

Por ejemplo, el selector 12 de filtro puede determinar de diferente manera un filtro de interpolación para un componente de brillo y un filtro de interpolación para un componente de color.

45 Con el fin de interpolar un píxel de color, el selector 12 de filtro puede seleccionar un filtro de interpolación de suavizado que tiene una mayor suavidad que la de un filtro de interpolación para un píxel de brillo.

50 Por ejemplo, con el fin de interpolar un píxel de color, un filtro de interpolación que incluye coeficientes de filtro determinados basándose en una función spline o un filtro de interpolación que incluye coeficientes de filtro determinados basándose en una función polinómica puede seleccionarse. Los coeficientes de filtro determinados pueden basándose en una función spline puede suavizar de manera más fuerte los píxeles de unidad pel entera de límite basándose en una condición límite de la función spline. El filtro de interpolación determinado basándose en una función polinómica puede incluir coeficientes para maximizar una respuesta de baja frecuencia.

También, con el fin de interpolar un píxel de color, un filtro de interpolación que incluye coeficientes de interpolación basándose en un parámetro de suavizado que tiene una suavidad más fuerte que la de un filtro de interpolación para un píxel de brillo, o un filtro de interpolación que incluye coeficientes de filtro combinados con una función de

ventana para eliminar más componentes de alta frecuencia que un filtro de interpolación para un píxel de brillo puede seleccionarse.

5 Con el fin de obtener un resultado de interpolación más suave de un componente de color, un filtro de interpolación de suavizado obtenido por la combinación de coeficientes de filtro para realizar la transformación y la transformación inversa basándose en una pluralidad de funciones básicas, y coeficientes de función de ventana para realizar el filtrado de paso bajo puede seleccionarse.

10 La interpolación de imagen se usa para transformar una imagen de baja calidad en una imagen de alta calidad, para transformar una imagen entrelazada en una imagen progresiva, o crear una muestra complementaria de una imagen de baja calidad en una imagen de alta calidad. También, cuando un aparato de codificación de vídeo codifica una imagen, un estimador de movimiento y un compensador pueden realizar una interpolación usando un fotograma de referencia interpolado. La precisión de la interpolación se puede aumentar interpolando un fotograma de referencia para generar una imagen de alta calidad, y realizar la estimación de movimiento y compensación basándose en la imagen de alta calidad. De manera similar, cuando un aparato de decodificación de imagen decodifica una imagen, un compensador de movimiento puede realizar la compensación de movimiento usando un fotograma de referencia interpolado, aumentando así la precisión de la interpolación.

15 También, el filtro de interpolación de suavizado usado por el aparato 10 de interpolación de imagen puede obtener un resultado de interpolación suave reduciendo los componentes de alta frecuencia en un resultado de interpolación que usa un filtro de interpolación. Ya que los componentes de alta frecuencia reducen la eficacia de la compresión de imagen, la eficacia de la codificación y decodificación de la imagen puede también mejorarse realizando una interpolación de imagen de suavidad ajustable.

20 La figura 2 es un diagrama para describir una relación entre una unidad pel entera y una unidad sub-pel.

25 En referencia a la figura 2, el aparato 10 de interpolación de imagen genera valores de ubicaciones "X" interpolando los valores de píxeles de unidad pel entera de ubicaciones "O" de un bloque 20 predeterminado en un ámbito espacial. Los valores de píxel e las ubicaciones "X" son valores de píxel de unidad sub-pel de ubicaciones de interpolación determinados por  $\alpha_x$  y  $\alpha_y$ . Aunque la figura 2 ilustra que el bloque 20 predeterminado es un bloque 4x4, se entenderá fácilmente por un experto en la materia que el tamaño del bloque no se limita a 4x4 y puede ser mayor o menor de 4x4.

30 En el procesamiento de vídeo, se usa un vector de movimiento para realizar una compensación de movimiento y predicción sobre una imagen actual. Basándose en la codificación de predicción, a una imagen decodificada previamente se hace referencia como para predecir una imagen actual, y un vector de movimiento indica un punto predeterminado de una imagen de referencia. Por lo tanto, un vector de movimiento indica un píxel de unidad pel entera de una imagen de referencia.

35 Sin embargo, un píxel al que se hará referencia por una imagen actual puede ubicarse entre los píxeles de unidad pel entera de una imagen de referencia. A dicha ubicación se hace referencia como una ubicación de unidad sub-pel. Ya que un píxel no existe en una ubicación de unidad sub-pel, un valor de píxel de unidad sub-pel se predice meramente usando los valores de píxel de unidad pel entera. En otras palabras, un valor de píxel de unidad sub-pel se estima por la interpolación de píxeles de unidad pel entera.

Un procedimiento de interpolación de píxeles de unidad pel entera se describirá ahora en detalle con referencia a las figuras 3, y 4A a 4C.

40 La figura 3 es un diagrama que ilustra píxeles de unidad pel entera adyacentes a los que se hará referencia para determinar un valor de píxel de unidad sub-pel.

En referencia a la figura 3, el aparato 10 de interpolación de imagen genera un valor 35 de píxel de unidad sub-pel de una ubicación de interpolación interpolando los valores 31 y 33 de píxel de unidad pel entera en un ámbito espacial. La ubicación de la interpolación se determina por  $\alpha$ .

45 las figuras 4A a 4C son diagramas que ilustran ejemplos de píxeles de unidad pel entera a los que se harán referencia para determinar el valor de un píxel de unidad sub-pel.

50 En referencia a las figuras 4A, con el fin de generar un valor 35 de píxel de unidad sub-pel por interpolación de dos valores 31, 33 de píxel de unidad pel entera, una pluralidad valores 37 y 39 de píxeles de unidad pel entera adyacentes que incluyen los valores 31 y 33 de píxeles de unidad pel entera. En otras palabras, los píxeles 0° y 1° pueden interpolarse por la realización de un filtrado de interpolación unidimensional en valores de píxeles de 2M de un valor de píxel  $-(M-1)^\circ$  a un valor de píxel  $M^\circ$ .

También, aunque la figura 4F ilustra que los valores de píxel en una dirección horizontal se interpolan, el filtrado de interpolación unidimensional se puede realizar usando valores de píxel en una dirección vertical o diagonal.

En referencia ahora a las figuras 4B, un valor  $P(\alpha)$  de una ubicación de interpolación puede generarse interpolando

los píxeles  $P_0$  41 y  $P_1$  43 que son adyacentes entre sí en una dirección vertical. Cuando se comparan las figuras 4A y 4B, sus procedimientos de filtrado de interpolación son similares y la única diferencia entre ellos es que los valores 47 y 49 de píxeles alineados en una dirección vertical se interpolan en la figura 4B mientras que los valores 37 y 39 de píxeles alineados en una dirección horizontal se interpolan en la figura 4A.

- 5 En referencia a la figura 4C, de manera similar, un valor 44 de píxel de la ubicación de interpolación  $\alpha$  se genera por interpolación de los dos valores 40 y 42 de píxel adyacentes. La única diferencia de la figura 4A es que los valores 46 y 48 de píxeles que se alinean en una dirección diagonal se usan en lugar de valores 37 y 39 de píxel alineados en una dirección horizontal.

- 10 Además de las direcciones mostradas en las figuras 4A a 4C, un filtrado de interpolación dimensional puede realizarse en diversas direcciones.

El filtrado de interpolación puede realizarse para interpolar píxeles de unidad pel entera para generar un valor de píxel de unidad sub-pel. El filtrado de interpolación puede representarse mediante la siguiente ecuación.

$$p(\alpha) = f(\alpha) \times p = \sum_{-M+1}^M f_m \cdot p_m$$

- 15 Un valor  $p(x)$  se genera realizando la interpolación basándose en un producto de punto de un vector  $p$  de píxeles  $\{p_m\} = \{p_{-M+1}, p_{-M+2}, \dots, p_1, \dots, p_M\}$  de referencia de unidad pel entera  $2M$  y un vector  $f(x)$  o coeficientes  $\{f_m\} = \{f_{-M+1}, f_{-M+2}, \dots, f_1, \dots, f_M\}$  de filtro. Ya que un coeficiente  $f(\alpha)$  de filtro varía basándose en la ubicación de interpolación  $\alpha$  y un valor  $p(\alpha)$  de píxel obtenido realizando la interpolación se determina basándose en el coeficiente  $f(\alpha)$  de filtro, un filtro de interpolación seleccionado, es decir, el coeficiente  $f(x)$  de filtro se determinado, incluye enormemente en el rendimiento del filtrado de interpolación.

- 20 La interpolación de imagen que usa transformación y transformación inversa basándose en funciones básicas, y un procedimiento de determinar un filtro de interpolación se describirá ahora en detalle.

Un filtro de interpolación que usa transformación y transformación inversa inicialmente transforma los valores de píxel usando una pluralidad de funciones básicas que tienen componentes de diferentes frecuencias.

- 25 La transformación puede incluir cualquier tipo de transformación desde valores de píxel en un ámbito espacial en coeficientes en un ámbito de transformación, y puede ser una transformación de coseno discreta (DCT). Los valores de píxel de unidad pel entera se transforman usando una pluralidad de funciones básicas. Un valor de píxel puede ser un valor de píxel de brillo o un valor de píxel de color. Las funciones básicas no se limitan a funciones básicas particulares y pueden incluir todas las funciones básicas para transformar valores de píxeles en un ámbito espacial en valores de píxeles en un ámbito de transformación. Por ejemplo, una función básica puede ser una función de coseno o de seno para realizar DCT y DCT (IDCT) inversa. De manera alternativa, las diversas funciones básicas tales como una función spline y una función polinómica se pueden usar. También, la DCT puede ser una DCT (MDCT) modificada o MDCT con sistema de ventanas.

- 30 El filtro de interpolación que usa la transformación y la transformación inversa desplaza las fases de las funciones básicas usadas para realizar los valores de transformación y de transformación inversa de una pluralidad de coeficientes generados usando las funciones básicas de desplazamiento de fase, es decir, valores en un ámbito de transformación. Como un resultado de transformación inversa, los valores de píxel en un ámbito espacial se generan y los valores de salida pueden ser valores de píxeles de una ubicación de interpolación.

**<Coeficientes de filtro que usan transformación y transformación inversa ortogonal basándose en funciones básicas ortogonales>**

- 40 Un caso cuando el interpolador 14 lleva a cabo el filtrado de interpolación que usa la transformación y la transformación inversa basándose en funciones básicas ortogonales se describirá ahora en detalle. Específicamente, la DCT se describe como un ejemplo de transformación.

- 45 Por ejemplo, En referencia a la figura 4A, con el fin de generar un valor 35 de píxel de unidad sub-pel por interpolación de dos valores 31, 33 de píxel de unidad pel entera, usando una pluralidad valores 37 y 39 de píxeles de unidad pel entera adyacentes que incluyen los valores 31 y 33 de píxeles de unidad pel entera, los píxeles  $0^\circ$  y  $1^\circ$  pueden interpolarse por la realización de una DCT unidimensional en valores de píxeles de  $2M$  de un valor de píxel -  $(M-1)^\circ$  a un valor de píxel  $M^\circ$ , y realizar la IDCT unidimensional basándose en las funciones básicas de desplazamiento de fase.

- 50 El interpolador 14 inicialmente realiza la DCT unidimensional sobre valores de píxel de unidad pel entera. La DCT unidimensional se puede realizar como se representa en la ecuación 1.

[Ecuación 1]

$$C_k = \frac{1}{M} \sum_{l=-M+1}^M p(l) \cos\left(\frac{(2l-1+2M)k\pi}{4M}\right),$$

$$0 \leq k \leq 2M-1$$

p(l) representa los valores 37 y 39 de píxel de un valor de píxel  $-(M-1)^o$  a un valor de píxel  $M^o$ , y  $C_k$  representa una pluralidad de coeficientes en un ámbito de frecuencia, que se generan realizando una DCT unidimensional sobre los valores 37 y 39 de píxel. En este caso, k es un número entero positivo que cumple la condición anterior de la ecuación 1.

Después de realizar la DCT unidimensional sobre los valores 37 y 39 de píxel usando la ecuación 1, el interpolador 14 realiza la transformación inversa sobre los coeficientes como se representa en la ecuación 2.

[Ecuación 2]

$$P(\alpha) = \frac{C_0}{2} + \sum_{k=1}^{2M-1} C_k \cos\left(\frac{(2\alpha-1+2M)k\pi}{4M}\right)$$

$\alpha$  representa una ubicación de interpolación entre dos valores de píxel como se ilustra en la figura 13, y puede tener diversos valores fraccionales, tal como 1/2, 1/4, 3/4, 1/8, 3/8, 5/8, 7/8, 1/16, etc. El valor fraccional no se limita a un valor particular, y puede ser un valor real en lugar de un valor fraccional. P( $\alpha$ ) representa el valor 35 de píxel de unidad sub-pel de la ubicación  $\alpha$  de interpolación, que se genera como un resultado IDCT unidimensional.

Cuando la ecuación 2 se compara con la ecuación 1, la fase de una función de coseno que es una función básica usada para realizar una IDCT se determina basándose en un número fraccional  $\alpha$  en lugar de un número entero l, y por lo tanto es así diferente de la fase de una función básica usada para realizar una DCT unidimensional. En otras palabras, la fase de cada función básica usada para realizar la transformación inversa, es decir, es una función coseno, se desplaza basándose en  $2\alpha$ . Si el interpolador 14 realiza una IDCT basándose en las funciones coseno de fase desplazada de acuerdo con la ecuación 2, el valor 35 de píxel sub-pel de la ubicación  $\alpha$  de interpolación, es decir, P( $\alpha$ ), se genera.

la DCT de acuerdo con la ecuación 1 se expresa mediante la ecuación matriz representada en la ecuación 3.

[Ecuación 3]

$$C = D \times REF$$

Aquí, C es una matriz  $2M \times 1$  de los coeficientes  $2M$  anteriormente descritos en relación con la ecuación 1, y REF es una matriz  $2M \times 1$  de los valores de píxel de unidad pel entera, es decir, valores de píxel  $P_{-(M-1)}, \dots, P_M$ , descritos anteriormente en relación con la ecuación 1. El número de valores de píxel de unidad pel entera usado para realizar la interpolación, es decir,  $2M$ , se refiere al número de tomas de un filtro de interpolación unidimensional. D es una matriz cuadrada para realizar una DCT unidimensional y puede definirse como se representa en la ecuación 4.

[Ecuación 4]

$$D_{kl} = \frac{1}{M} \cos\left(\frac{(2l-1+2M)k\pi}{4M}\right),$$

$$0 \leq k \leq 2M-1,$$

$$-(M-1) \leq l \leq M$$

k e l son números enteros que satisfacen las condiciones anteriores, y  $D_{kl}$  se refiere a una fila K y a una columna l de la matriz D cuadrada para realizar la DCT en la ecuación 3. M es igual que en la ecuación 3.

la IDCT que usa una pluralidad de funciones básicas e fase desplazada de acuerdo con la ecuación 2 se expresa mediante una ecuación matriz representada en la ecuación 5.

[Ecuación 5]

$$P(\alpha) = W(\alpha) \times C$$

Aquí,  $P(\alpha)$  es igual que en la ecuación 2, y  $W(\alpha)$  es una matriz  $1 \times 2M$  para realizar una IDCT unidimensional mediante el uso de una pluralidad de funciones básicas de fase desplazada y se pueden definir como se representa en la ecuación 6.

5 [Ecuación 6]

$$W_0(\alpha) = \frac{1}{2},$$

$$W_k(\alpha) = \cos\left(\frac{(2\alpha - 1 + 2M)k\pi}{4M}\right),$$

$$1 \leq k \leq 2M - 1$$

10  $k$  es un número entero que cumple las condiciones anteriores, y  $W_k(\alpha)$  se refiere a una columna  $k$  de la matriz  $W(\alpha)$  descrita anteriormente en relación con la ecuación 5. Un filtro  $F(\alpha)$  para realizar un DCT unidimensional y una IDCT unidimensional que usa una pluralidad de funciones básicas de fase desplazada de acuerdo con las ecuaciones 3 y 5 pueden definirse como se representa en la ecuación 7.

[Ecuación 7]

$$P(\alpha) = F(\alpha) \times REF,$$

$$F_l(\alpha) = \sum_{k=0}^{2M-1} W_k(\alpha) D_{kl},$$

$$0 \leq k \leq 2M - 1,$$

$$-(M - 1) \leq l \leq M$$

$k$  e  $l$  son números enteros que satisfacen las condiciones anteriores,  $F_l(\alpha)$  se refieren a una columna  $l$  de  $F(\alpha)$ , y  $W(\alpha)$  y  $D$  son iguales que los de la ecuación 3.

15 Con el fin de generar valores de píxel de unidad sub-pel más fuertemente suavizados, el interpolador 14 puede cambiar un filtro de interpolación usado para realizar la transformación y la transformación inversa basándose en una función básica.

20 Un caso cuando se usa una función de ventana, un caso cuando se usa una pluralidad de parámetros de suavizado, un caso cuando se usa una función spline como una función base, y un caso cuando se usa una función polinómica como una función básica para determinar diversos filtros de interpolación de suavizado se describirán ahora secuencialmente en detalle.

**<Filtro de interpolación de suavizado que usa una función de ventana>**

Un procedimiento de coeficientes de filtro de interpolación de suavizado mediante el uso de una función de ventana se describirá ahora en detalle.

25 Una función de ventana puede incluir una función de ventana de Hamming, una función de ventana de coseno, una función de ventana exponencial, una función de ventana de Hamming, una función de ventana de Blackman, y una función de ventana de triángulo. Aunque los casos en los que los filtros de interpolación basándose en la transformación y en la transformación inversa se suavizan por el uso de ciertas funciones de ventana se describirán a continuación para mayor comodidad de explicación, se entenderá fácilmente por un experto en la materia que, 30 Además de las funciones de ventana descritas, se pueden usar también otras funciones de ventana que tengan respuestas de frecuencia similares.

Los coeficientes de ventana basándose en una función de ventana de Hamming satisfacen la ecuación 24.

[Ecuación 8]

$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right), 0 \leq n \leq N$$

5 En diversas funciones de ventana que incluyen una función de ventana de Hamming, y una entrada  $n$  es simétrica en referencia con  $N/2$  y una respuesta de frecuencia es similar a aquella del filtro de paso bajo. De entre las entradas de una función de ventana, solo una entrada cubierta por una ventana formada por la función de ventana puede generarse. Una ventana de tamaño  $N$  puede establecerse como un número entero positivo en lugar de la longitud de un filtro de interpolación original. Por ejemplo, para aplicar una función de ventana a un filtro de interpolación para generar un píxel de unidad sub-pel tal como un píxel  $1/2$  o  $1/4$ , la ubicación central de la función de ventana puede moverse por un píxel  $1/2$  o  $1/4$ . Es decir, ya que la ubicación central de la función de ventana se mueve a una ubicación de interpolación, la función de ventana puede estar simétrica con respecto a la ubicación de interpolación.

10 Por ejemplo, Las ecuaciones 9 y 10 muestran respectivamente coeficientes de funciones de ventana de Hamming para filtros de interpolación de  $1/2$  unidades pel y  $1/4$  unidades pel, respectivamente.

[Ecuación 9]

$$15 \quad w_{1/2}(n) = 0.54 - 0.46 \cos \frac{2\pi}{N} \left( \frac{N-1}{2} + n \right)$$

[Ecuación 10]

$$w_{1/4}(n) = 0.54 - 0.46 \cos \frac{2\pi}{N} \left( \frac{2N-1}{4} + n \right)$$

20 La ecuación 11 muestra secuencialmente los coeficientes de ventana de una función de ventana de Hamming, una función de ventana de coseno, una función de ventana exponencial como funciones de ventana para filtros de interpolación, que se generalizan basándose en una ubicación  $\alpha$  de interpolación de unidad sub-pel.

[Ecuación 11]

$$w_{\alpha}(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi}{N} \left(\frac{N}{2} - \alpha + n\right)\right),$$

$$w_{\alpha}(n) = \cos\left(\pi \frac{n - \alpha}{N}\right),$$

$$w_{\alpha} = \exp -\beta (\alpha - n)^2$$

Combinando los coeficientes de ventana de acuerdo con la reivindicación 11 con un filtro  $f_k(\alpha)$  de interpolación original, los coeficientes de filtro de interpolación de suavizado pueden determinarse de acuerdo con la ecuación 12.

25 [Ecuación 12]

$$\bar{f}_k = f_k(\alpha) w_{\alpha}(k),$$

$$k = -M + 1, \dots, M$$

30 Ya que un filtro de interpolación de suavizado se determina usando una función de ventana, un peso de un coeficiente de filtro de interpolación puede ajustarse basándose en la distancia entre un píxel de referencia de unidad pel entera y una ubicación de interpolación. Por ejemplo, un filtro de interpolación de suavizado puede determinarse de tal manera que, mediante una función de ventana, de entre los coeficientes de filtro de un filtro de interpolación, un coeficiente de filtro para un píxel de referencia de unidad pel entera ubicada lejos de una ubicación de interpolación se cambia ampliamente y un coeficiente de filtro para un píxel de referencia de unidad pel entera cerca de la ubicación de interpolación no se cambia ampliamente.

También, si un filtro de interpolación de suavizado se determina usando una función de ventana, el filtrado de interpolación puede realizarse después de que los píxeles de referencia de unidad pel entera se suavicen. Los píxeles de referencia de unidad pel entera Ref = {p<sub>-M+1</sub>, p<sub>-M+2</sub>, ..., p<sub>0</sub>, p<sub>1</sub>, ..., p<sub>M</sub>} pueden incluir ruido o pueden dañarse debido a un error tal como un error de cuantificación. Como tal, si los píxeles de referencia de unidad pel entera se suavizan antes de realizar el filtrado de interpolación, el aparato 10 de interpolación de imagen puede mejorar un efecto de interpolación.

**<Filtro de interpolación de suavizado que usa dos parámetros>**

Un filtro de interpolación de suavizado puede determinar la suavidad de los coeficientes de filtro basándose en dos parámetros. El filtro de interpolación de suavizado de unidad sub-pel obtenido por la combinación de una matriz S de suavizado u coeficientes de filtro de interpolación basados en la transformación y en la transformación inversa satisfacen la ecuación 13.

[Ecuación 13]

$$\tilde{f}(\alpha) = f(\alpha)^T S$$

La ecuación 14 muestra un ejemplo de matriz S de suavizado.

[Ecuación 14]

$$\begin{aligned} s_{i,j} &= 0; \\ \{s_{i,i} &= 1 - \sigma_i; s_{i,i+1} = \sigma_i\}; & i = -M+1 \\ \{s_{i,i} &= 1 - 2\sigma_i; s_{i,i\pm 1} = \sigma_i\}; & -M+1 \leq i \leq M \\ \{s_{i,i} &= 1 - \sigma_i; s_{i,i-1} = \sigma_i\}; & i = M \end{aligned}$$

La matriz S de suavizado de acuerdo con la ecuación 14 es una matriz de tres diagonales. En otras palabras, de entre los componentes de la matriz S de suavizado, los componentes distintos de los componentes en una línea diagonal central y dos líneas diagonales centrales que corresponden entre sí y adyacentes a la línea de diagonal central son todas 0.

En la matriz s de suavizado, una suavidad  $\sigma_i$  puede determinarse independientemente de la distancia (i- $\alpha$ ) de los píxeles de unidad pel entera que se interpolarán. En este caso, la suavidad basada en la matriz S de suavizado puede denominarse como un suavizado uniforme.

También, en la matriz S de suavizado, la suavidad  $\sigma$  puede variar basándose en un índice l de una ubicación de píxel de unidad pel entera. En este caso, la suavidad basada en la matriz S de suavizado puede denominarse como un suavizado no uniforme. Por ejemplo, la suavidad  $\sigma$  puede satisfacer la ecuación 15.

[Ecuación 15]

$$\sigma_i = \beta (i - \alpha)^l$$

Un índice l positivo puede aumentar un efecto de la distancia entre una ubicación de interpolación y un píxel de referencia de unidad pel entera es grande. Por consiguiente, el índice l positivo puede controlar la velocidad del suavizado basándose en la distancia entre la ubicación de interpolación y un píxel de unidad pel entera. Un parámetro  $\beta$  puede controlar el intervalo de suavizado alrededor de una ubicación de interpolación.

Si el parámetro  $\beta$  de suavizado es menor que 0, la matriz S de suavizado de acuerdo con la ecuación 13 puede cambiarse a un filtro de afilado. Por consiguiente, Si la matriz S de suavizado que es menor que 0 se combina con un filtro de interpolación que usa la transformación y la transformación inversa, un filtro para amplificar los componentes de alta frecuencia puede generarse.

Con el fin de realizar la predicción de unidad sub-pel, el aparato 10 de interpretación de imagen puede usar los datos de coeficiente de filtro de interpolación de suavizado almacenados previamente en la memoria.

La figura 5 es un gráfico 50 de un factor de suavizado basado en un parámetro  $\beta$  de suavizado de un filtro de interpolación de suavizado.

La primera y la segunda curva 52 y 54 muestran un factor de suavizado para suavizar un filtro de interpolación basándose en la transformación discreta. Si m es grande, es decir, si la distancia de los píxeles de unidad pel entera

que se interpolarán se aumenta, el factor de suavizado es cerca de 0.

Aquí, en comparación con la segunda curva 54, en un caso en el que el parámetro  $\beta$  de suavizado es grande, la primera curva 52 en un caso en el que el parámetro  $\beta$  de suavizado es pequeño tiene un ancho relativamente agrando del factor de suavizado. En otras palabras, si el parámetro  $\beta$  de suavizado del filtro de interpolación de suavizado es grande, los componentes de baja frecuencia pueden filtrarse principalmente y así suavizar relativamente con fuerza los valores de píxel de unidad sub-pel pueden generarse. Si el parámetro  $\beta$  de suavizado del filtro de interpolación de suavizado es relativamente pequeño, los componentes de frecuencia relativamente alta pueden permanecer e interpolarse y así los valores de píxel de unidad sub-pel pueden generarse.

Con el fin de determinar los coeficientes de filtro de un filtro de interpolación de suavizado, el aparato 10 de interpolación de imagen puede usar una función spline o una función polinómica como una función básica, así como una función básica ortogonal.

**<Filtro de interpolación de suavizado basado en una función spline>**

El aparato 10 de interpolación de imagen puede determinar los coeficientes de filtro de un filtro de interpolación de suavizado basado en una función spline.

También, con el fin de suavizar un resultado de interpolación, el aparato 10 de interpolación de imagen puede usar una función spline que tiene una condición límite. En mayor detalle, por ejemplo, si la interpolación spline polinómica que tiene una variable  $p$  se usa para formar un filtro de interpolación que usa píxeles  $p_m$  de unidad entera  $M$  ( $M$  es un número entero igual o mayor que 2), con el fin de permitir que la variable  $p$  tenga una suavidad máxima en un intervalo de  $3 \leq p \leq M+1$  y para permitir un valor spline, es decir, un valor de resultado de interpolación que será infinitamente suave en un píxel  $(-M+2)^o$  y un píxel  $(M-1)^o$ ,  $(p-1)$  condiciones adicionales pueden establecerse. Estas condiciones adicionales se denominan condiciones límite de no nudo o condiciones límite de Boor.

Un resultado de interpolación que usa coeficientes de filtro de interpolación basándose en una función spline puede representarse como una suma ponderada calculada usando la ecuación 16.

[Ecuación 16]

$$S(x) = \sum_{-M+1}^M p_m f_m(x)$$

Los píxeles de entrada  $p_m$  son píxeles de referencia de unidad pel entera, y un conjunto  $\{p_m\}$  de pixeles de entrada en el que el intervalo de  $m$  es  $[-M+1, M]$  (es decir,  $-M+1 \leq m \leq M$ ) se introducen. Una función  $S(x)$  spline corresponde a valores de píxeles generados como un resultado  $f_m(x)$  de interpolación es un interpolante spline cardinal y corresponde a los coeficientes de filtro basados en una función  $f_m(x)$  spline cardinal pueden ser los valores de la función spline cardinal que tienen la misma condición límite y que tiene valores solo en las ubicaciones de píxel de referencia de unidad pel entera (es decir,  $-M+1 \leq m \leq M$ ,  $m$  es un número entero).

El coeficiente  $f_m(x)$  de filtro puede determinarse usando la ecuación 17.

[Ecuación 17]

$$f_m(x) = \delta_m^{-M+1+k} (1-z) + \delta_m^{-M+1+k+1} z + \sigma_m^k ((1-z)^3 + z - 1)/6 + \sigma_m^{k+1} (z^3 - z)/6, \\ z = x + M - 1 - k$$

Cuando  $K$  es un número entero en un intervalo de  $0 \leq k \leq 2M-2$ , el coeficiente  $f_m(x)$  de filtro spline puede determinarse en cada número  $m$  entero en un intervalo de  $[-M+1+k, -M+k+2]$ , es decir, de  $(-M+1+k)$  a  $(-M+k+2)$ .

En la ecuación 17, un coeficiente  $\sigma_m^k$  puede determinarse basándose en la ecuación 18.

[Ecuación 18]

$$\begin{aligned}
 & -\sigma_m^0 + 2\sigma_m^1 - \sigma_m^2 = 0, \\
 & \sigma_m^{k-1} + 4\sigma_m^k + \sigma_m^{k+1} = 6(\delta_m^{k-1} - 2\delta_m^k + \delta_m^{k+1}), \quad 1 \leq k \leq 2M-3, \\
 & -\sigma_m^{2M-3} + 2\sigma_m^{2M-2} - \sigma_m^{2M-1} = 0
 \end{aligned}$$

5 Para interpolación de unidad sub-pel, se puede calcular y almacenar previamente un filtro de respuesta de impulso finito (FIR) que incluye coeficientes  $f_m(\alpha)$  de filtro de acuerdo con una ubicación de interpolación  $\alpha$ , y un valor de pixel de unidad sub-pel en una ubicación de interpolación  $\alpha$  entre un pixel  $0^\circ$  y un primer pixel puede generarse realizando el filtrado de interpolación que usa el filtro FIR que incluye los coeficientes  $f_m(\alpha)$  de filtro sobre el pixel  $p_m$  de referencia de unidad pel entera.

La figura es un gráfico de una función 60 spline que se puede usar por un filtro de interpolación de suavizado.

10 En referencia a la figura 6, basándose en una función spline que tiene una variable  $p$  de 3, tres curvas  $f_2(x)$  61,  $f_1(x)$  62 y  $f_0(x)$  63 interpolantes spline para  $2M=6$ , es decir, un filtro de interpolación de 6 tomas se ilustra. Por ejemplo, los coeficientes de filtro de interpolación para generar valores de pixel de unidad sub-pel que satisfacen  $\alpha=1/4$  pueden determinarse como  $f_2(1/4)$  64,  $f_1(1/4)$  65, y  $f_0(1/4)$  66, sobre las curvas  $f_2(x)$  61,  $f_1(x)$  62, y  $f_0(x)$  63 interpolantes spline.

**<Filtro de interpolación de suavizado basado en una función polinómica>**

15 El aparato 10 de interpolación de imagen puede determinar los coeficientes de filtro de un filtro de interpolación de suavizado basado en una función polinómica.

Una función de interpolación polinómica que incluye coeficientes  $\{f_k\}$  de filtro de interpolación basándose en una función polinómica puede representarse basándose en una función polinómica como una función básica mediante el uso de la ecuación 19. El número entero  $k$  se define dentro de un intervalo de  $-M+1 \leq k \leq M$ .

[Ecuación 19]

$$\sum_{-M+1}^M f_k(\alpha) e^{iuk}, \quad e^{iuk\alpha}$$

20

También, con el fin de suavizar un resultado de interpolación, el aparato 10 de interpolación de imagen puede determinar coeficientes de filtro optimizados para una banda de baja frecuencia de entre los coeficientes  $\{f_k\}$  de filtro basándose en una función polinómica. Por ejemplo, si una frecuencia  $w$  es 0, los coeficientes  $\{f_k\}$  de filtro determinados cuando un valor de función de una función de interpolación polinómica y los valores de función de 25 derivados de función de interpolación polinómica son los mismos, pueden determinarse como coeficientes de filtro de interpolación optimizados para una banda de baja frecuencia. Como tal, como se representa en la ecuación 20, como una función para el número entero  $k$ , se pueden obtener funciones lineales  $2M$  para coeficientes  $\{f_k\}$  de filtro  $2M$ .

[Ecuación 20]

$$\sum_{-M+1}^M f_k(\alpha) k^m = \alpha^m$$

30

Se pueden calcular soluciones de las funciones lineales de la ecuación 20 usando una función polinómica de Newton. La ecuación 21 representa coeficientes  $\{f_k\}$  de filtro  $2M$  calculados como soluciones de las funciones lineales de la ecuación 20.

[Ecuación 21]

$$f_k(\alpha) = \frac{\prod_{m=-M+1, m \neq k}^M (m - \alpha)}{\prod_{m=-M+1, m \neq k}^M (m - k)}$$

35

Un filtro de interpolación que incluye coeficientes  $\{f_k\}$  de filtro determinados basándose en la función polinómica de Newton de las ecuaciones 20 y 21 tiene una respuesta máxima en una banda de baja frecuencia, un resultado de interpolación más fuertemente suavizado puede obtenerse usando valores de pixel que usan este filtro de

interpolación. Por consiguiente, un filtro de interpolación que incluye coeficientes determinados basándose en una función polinómica como una función básica puede seleccionarse como un filtro de interpolación de suavizado.

5 Como tal, el aparato 10 de interpolación de imagen puede generar píxeles de interpolación más fuertemente suavizados seleccionando un filtro de interpolación de suavizado que incluye coeficientes de filtro basándose en una función polinómica. En particular, ya que los píxeles de color tienen componentes de alta frecuencia, con el fin de generar valores de píxel de unidad sub-pel de píxeles de unidad pel entera de color, un filtro de interpolación de suavizado que incluye coeficientes de filtro de interpolación basándose en una función polinómica puede usarse.

**<Coeficientes de filtro de interpolación para interpolación escalada>**

10 Diversos procedimientos de generación de filtros de interpolación de suavizado según los ejemplos de la presente invención se basan en una expresión aritmética para generar un número de punto flotante en lugar de un número entero, y los valores absolutos de coeficientes de filtro normalmente no son mayores de 1. Específicamente, un resultado de cálculo de un número real en lugar de un número entero puede generarse por la ubicación  $\alpha$  de interpolación de unidad sub-pel.

15 La eficacia del cálculo basado en el número entero es superior que la del cálculo basado en un punto flotante. Como tal, el aparato 10 de interpolación de imagen puede mejorar la eficacia del cálculo del filtrado de interpolación escalando los coeficientes de filtro en números enteros usando un factor de escala. También, ya que la profundidad de bit de los valores de píxel aumenta, la precisión del filtrado de interpolación puede también mejorarse.

El aparato 10 de interpolación de imagen puede multiplicar los coeficientes  $f_m(\alpha)$  de filtro por un valor predeterminado, y puede realizar la interpolación de imagen usando coeficientes  $F_m(\alpha)$  de filtro más grandes.

20 Por ejemplo, los coeficientes  $F_m(\alpha)$  de filtro pueden escalarse a partir de los coeficientes  $f_m(\alpha)$  como se representa en la ecuación 22.

[Ecuación 22]

$$F_m(\alpha) = \text{int}(f_m(\alpha) \cdot 2^n)$$

25 Para la eficacia del cálculo, el factor de escala puede estar en forma de  $2^n$ .  $n$  puede ser 0 o un número entero positivo. Un resultado de filtrado de interpolación que usa los coeficientes de filtro escalados por  $2^n$  pueden tener una profundidad de bits escalada por  $n$  bits en comparación con un resultado obtenido usando coeficientes de filtro originales.

30 El filtrado de interpolación de cálculo de números enteros que usa coeficientes  $F_m(\alpha)$  de filtro puede satisfacer la ecuación 23. En otras palabras, después de realizar el filtrado de interpolación usando los coeficientes  $F_m(\alpha)$  de filtro escalados, la profundidad de bits escalada tiene que reconstruirse en una profundidad de bits original.

[Ecuación 23]

$$p(\alpha) = \left( \sum_{-M+1}^M F_m(\alpha) \cdot p_m + \text{offset} \right) \gg n$$

En este caso, un desplazamiento puede ser  $2^{n-1}$ .

35 En otras palabras, ya que un resultado de filtrado escalado que usa un filtro de interpolación de suavizado escalado tiene que reducirse por un factor de escala, es decir,  $2^n$ , para que se reconstruya en los bits originales, una profundidad de bits del resultado de filtrado de bits escalado puede reducirse por  $n$  bits.

40 Si se realiza el filtrado de interpolación realizando un filtrado de interpolación unidimensional en una dirección horizontal realizando un filtrado de interpolación unidimensional en una dirección vertical, se puede realizar una interpolación de un total de  $2n$  bits. Por consiguiente, si un primer filtro de interpolación se escala por  $n_1$  bits y un segundo filtro de interpolación de filtro unidimensional se escala por  $n_2$  bits, después de que se realice un filtrado de interpolación usando el primer y el segundo filtro de interpolación unidimensional, se puede realizar una reducción sumando  $n_1$  y  $n_2$ , es decir,  $2n$  bits. El primer filtro de interpolación unidimensional puede ser un filtro de interpolación sin escalar.

Ya que una suma de los coeficientes  $f_m(\alpha)$  del filtro de suavizado,

45 [Ecuación 24]

$$\sum_{-M+1}^M f_m(\alpha) = 1$$

una condición para normalizar los coeficientes  $F_m(\alpha)$  de filtro de suavizado del filtro de interpolación necesita satisfacer la ecuación 25.

[Ecuación 25]

$$\sum_{-M+1}^M F_m(\alpha) = 2^n$$

5 Sin embargo, la condición de normalización de acuerdo con la ecuación 25 puede provocar un error de redondeo. El aparato 10 de interpolación de imagen puede redondear los coeficientes  $F_m(\alpha)$  de filtro escalados basándose en la condición de normalización de acuerdo con la ecuación 19. Para la normalización, algunos coeficientes  $F_m(\alpha)$  de filtro de escalados pueden ajustarse dentro de un intervalo predeterminado de valores originales. Por ejemplo, algunos coeficientes  $F_m(\alpha)$  de filtro escalados pueden ajustarse dentro de un intervalo de  $\pm 1$  con el fin de corregir un error de redondeo.

15 Diversos filtros de interpolación de suavizado y coeficientes de filtro se describieron anteriormente. Específicamente, como una función para determinar los coeficientes de filtro de un filtro de interpolación de suavizado, una función de ventana, una función spline, una función polinómica, etc., puede usarse. Para un filtro de interpolación de suavizado, una respuesta de frecuencia de una función puede variar basándose en una frecuencia, pero una ganancia de filtro de frecuencia de respuesta de la función puede estar cerca de 1. Por consiguiente, el aparato 10 de interpolación de imagen puede determinar coeficientes de filtro usando una función que tiene una ganancia de filtro cuya respuesta de frecuencia está cerca de 1 incluso cuando una frecuencia varía, y puede seleccionar un filtro de interpolación de suavizado que incluye coeficientes de filtro.

20 La figura 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento de interpolación de imagen de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

25 En la operación 71, un filtro de interpolación se selecciona de diferente manera basándose en una ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad de entre los filtros de interpolación para generar al menos un valor de píxel de unidad sub-pel ubicado entre los píxeles de unidad pel entera de una imagen. Una suavidad del filtro de interpolación puede determinarse basándose en una distancia entre una ubicación de interpolación y unidad pel enteras.

30 Un filtro de interpolación de acuerdo con un ejemplo puede ser un filtro que incluye coeficientes de filtro para realizar la transformación y la transformación inversa basándose en una pluralidad de funciones básicas. Un filtro de interpolación de suavizado de acuerdo con un ejemplo puede incluir al menos un filtro de interpolación combinado con una función ventana, un filtro de interpolación basándose en una pluralidad de parámetros de suavizado, un filtro de interpolación basándose en un parámetro de suavizado, un filtro de interpolación spline, y un filtro de interpolación de función polinómica.

35 Con el fin de realizar el filtrado usando un filtro de interpolación de suavizado, los coeficientes de filtro pueden determinarse para suavizar más fuertemente píxeles de referencia de unidad pel entera lejos de una ubicación d interpolación.

En la operación 73, al menos un valor de píxel de unidad sub-pel se genera interpolando valores de píxel de píxeles de unidad pel entera usando el filtro de interpolación seleccionado en la operación 71.

40 De entre los filtros de interpolación, si un filtro de interpolación que incluye coeficientes de filtro escalados en números enteros se selecciona, los valores de píxel generados usando el filtro de interpolación puede normalizándose basándose en un factor de escala.

De acuerdo con un ejemplo un filtro de interpolación puede seleccionarse de manera diferente basándose en características de píxeles que se interpolarán, y los valores de píxel de unidad sub-pel pueden generarse usando el filtro de interpolación seleccionado.

45 Diversos ejemplos de coeficientes de filtro de un filtro de interpolación determinados en consideración de la ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad se describirán ahora en referencia con las figuras 8A a 12C.

Las figuras 8A a 8C son tablas que muestran los coeficientes de filtro de filtros de interpolación de 12 tomas determinados basándose en un parámetro de suavizado y una ubicación de interpolación, de acuerdo con los

ejemplos de la presente invención.

5 En referencia a las figuras 8A a 8C, de entre los filtros de interpolación descritos anteriormente basados en transformación ortogonal, Con el fin de realizar la transformación ortogonal y la transformación inversa después de suavizar los píxeles de referencia de unidad pel entera como se describió anteriormente en relación con la figura 5, se muestran los coeficientes de filtro de un filtro de interpolación de suavizado obtenido por la combinación de una matriz de suavizado y un filtro de interpolación basándose en una transformación ortogonal.

Las figuras 8A a 8C muestran diversos filtros que incluyen diferentes coeficientes de filtro como un parámetro de suavizado (B varía como 0, 0,002, 0,004, 0,006, 0,008, 0,010, 0,012, 0,014, 0,016, 0,018, y 0,020, y una ubicación de interpolación  $\alpha$  varía como 1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, y 7/8.

10 Por ejemplo, en la tabla de la figura 8A, Si el parámetro de suavizado ( $\beta$  es 0,002 y la ubicación de interpolación es 1/8, un filtro que incluye coeficientes  $\{f_m\}$  de filtro, por ejemplo,  $\{f_{-n}, f_{-10}, f_{-9}, f_{-8}, f_{-7}, f_{-6}, f_{-5}, f_{-4}, f_{-3}, f_{-2}, f_{-1}, f_0, f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8, f_9, f_{10}, f_{11}, f_{12}\}$  se determina como  $\{-1, 4, -7, 12, -24, 246, 37, -16, 9, -5, 3, -1\}$  se puede seleccionar como un filtro de interpolación.

15 Las figuras 9A a 9C son tablas que muestran los coeficientes de filtro de filtros de interpolación de 6 tomas determinados basándose en un parámetro de suavizado y una ubicación de interpolación, de acuerdo con los ejemplos de la presente invención.

20 Aunque los coeficientes de filtro de las figuras 8A a 8C son 12 coeficientes de filtro de un filtro de interpolación de 12 tomas de entre los filtros de interpolación de suavizado obtenidos por combinación de una matriz de suavizado y un filtro de interpolación ortogonal, Las figuras 9A a 9C muestran 6 coeficientes de filtro de un filtro de interpolación de 6 tomas. En las figuras 8A a 8C, y 9A a 9C, diversos filtros de interpolación de suavizado que incluyen diferentes coeficientes de filtro basándose en parámetros  $\beta$  de suavizado y la ubicación de interpolación  $\alpha$  pueden mostrarse.

Los coeficientes de filtro mostrados en las figuras 8A a 8C, y 9A a 9C son coeficientes escalados en un factor de escala de 256 ( $=2^8$ ) basándose en el filtrado de interpolación escalado y después redondeo.

25 En las figuras 8A a 8C, y 9A a 9C, cuando la ubicación de interpolación  $\alpha$  es constante y el parámetro de suavizado  $\beta$  se aumenta, un coeficiente  $f_m$  de filtro puede ser relativamente pequeño.

También, cuando el parámetro  $\beta$  de suavizado es constante y la ubicación de interpolación está lejos de 1/2, Si m del coeficiente  $f_m$  de filtro está lejos de  $m=0$  hacia  $m=M+1$  o  $m=M$ , el coeficiente  $f_m$  de filtro puede ser relativamente pequeño en comparación con  $f_0$ . El coeficiente  $f_m$  de filtro cerca de  $m=0$  puede ser relativamente grande.

30 Por consiguiente, cuando un parámetro  $\beta$  de suavizado aumenta, si la ubicación de interpolación  $\alpha$  está lejos de 1/2, es decir, cerca de un píxel de unidad pel entera, un filtro de interpolación afilado, es decir, un filtro de interpolación de menos suavizado, puede escalarse.

35 Ya que un filtro de interpolación de acuerdo con un ejemplo es un filtro simétrico reflectante de espejo, un coeficiente  $f_m(\alpha)$  de filtro de una ubicación  $(1-\alpha)$  de interpolación puede determinarse usando el coeficiente  $f_m(\alpha)$  de filtro de la ubicación  $\alpha$  de interpolación. Por ejemplo, en la figura 9A, de entre los coeficientes  $\{f_m\}$  de filtro que tienen un parámetro  $\beta=0,002$  de suavizado, los coeficientes  $\{f_m(3/8)\}$  de filtro de la ubicación  $\alpha=3/8$  de interpolación y los coeficientes  $\{f_m(5/8)\}$  de filtro de la ubicación  $\alpha=1 - 3/8 = 5/8$  de interpolación se comparan como se muestra a continuación.

$$\{f_m(3/8)\} = \{11, -42, 196, 117, -35, 10\},$$

$$\{f_m(5/8)\} = \{10, -35, 117, 196, -42, 11\}$$

40 Es decir, se muestra que los coeficientes  $\{f_m(3/8)\}$  de filtro cuando  $m=-2, -1, 0$  son los mismos coeficientes  $\{f_m(5/8)\}$  de filtro cuando  $m=3, 2, 1$ , son los mismos coeficientes  $\{f_m(3/8)\}$  de filtro cuando  $m=3, 2, 1$  son los mismos que los coeficientes de filtro  $\{f_m(5/8)\}$  cuando  $m = -2, -1, 0$ . Por consiguiente, en las tablas de las figuras 10 a 12C, aunque solo los coeficientes  $f_m(\alpha)$  de filtro de interpolación en un caso en el que la ubicación de interpolación es menor o igual que 1/2 se muestran, se entenderá fácilmente por un experto en la materia que los coeficientes  $f_m(\alpha)$  de filtro de interpolación en un caso en el que la ubicación de interpolación es mayor que 1/2 puede también determinarse.

La figura 10 es una tabla que muestra coeficientes de filtro de filtros de interpolación de 6 tomas determinados por píxeles de color basándose en un parámetro de suavizado y una ubicación de interpolación, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

50 El aparato 10 de interpolación de imagen puede seleccionar de manera diferente un filtro de interpolación basándose en características de imagen. Por ejemplo, si se obtiene un filtro de interpolación de suavizado combinando una matriz de suavizado y un filtro de interpolación de transformación ortogonal se determina, un parámetro de suavizado puede variar basándose en características de imagen.

Por ejemplo, ya que los píxeles de color se muestrean basándose en un formato de color de 4:2:0, los píxeles de

- 5 color tienen menos componentes de baja frecuencia en comparación con los píxeles de brillo. En este caso, en referencia a la figura 10, independientemente de un filtro de interpolación para píxeles de brillo, solo un filtro de interpolación para píxeles de color puede seleccionarse adicionalmente. Diversos coeficientes de filtro de filtros de interpolación seleccionados de manera diferente basándose en un componente de color se describirá a continuación con referencia a la figura 11.
- La figura 11 es una tabla que muestra coeficientes de filtros de interpolación determinados de manera diferente basándose en un componente de color y una ubicación de interpolación de imagen, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.
- 10 En referencia a la figura 11, diversos filtros de interpolación de suavizado que incluyen diferentes coeficientes de filtro como un número de tomas de filtro  $2M$ , una ubicación  $\alpha$  de interpolación, y un componente  $L(\text{brillo})/C(\text{color})$  de color varía. Los coeficientes de filtro de la figura 11 son coeficientes escalados a un factor de escala de  $256 (=2^8)$  y redondeado. Como se describió anteriormente, basándose en las características reflectantes de espejo de coeficientes de filtro de interpolación, solo un caso en el que la ubicación de interpolación es menor o igual que  $1/2$  se muestra.
- 15 De manera similar a las figuras 8A a 10, un resultado de comparar los coeficientes de filtro para un componente de color y coeficientes de filtro para un componente de brillo es similar a un resultado de comparar coeficientes de filtro en un caso en el que un parámetro  $\beta$  de suavizado es grande y los coeficientes de filtro en un caso en el que el parámetro  $\beta$  de suavizado es pequeño.
- 20 Las figuras 12A a 12C son tablas que muestran coeficientes de filtro de filtros de interpolación de imagen basándose en una ubicación de interpolación y un factor de escala, incluyendo aquellos de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.
- Las figuras 12A a 12C muestran diversos ejemplos modificados de coeficientes de filtro de filtro de interpolación de suavizado, que se escalan, redondean, y normalizan conforme un factor de  $2^n$  varía como 512, 256, 128, y 64, y el número de tomas de filtro de un filtro de interpolación y la ubicación de interpolación  $\alpha$  varían.
- 25 Específicamente, en la figura 12C, los coeficientes de filtro de interpolación para interpolar  $1/8$  unidades de píxel pueden variar para realizar compensación de movimiento en píxeles de color. Sin embargo, ya que la calidad de imagen de píxeles de color, que se reconocen visualmente por la gente, es menos crítica en comparación con los píxeles de brillo, debido a una toma de filtro relativamente corta, por ejemplo, 4 tomas, y una profundidad de bits baja, un filtro de interpolación de suavizado que tiene un factor de escala de  $2^5$  puede usarse también.
- 30 Los coeficientes de filtro mostrados en las figuras 8A a 12C son meramente partes de diversos ejemplos, y se entenderán fácilmente por un experto en la materia que esos coeficientes de filtro de los filtros de interpolación que consideran el suavizado, pueden modificarse basándose en diversos factores que incluyen una ubicación de interpolación, un parámetro de suavizado, una función de ventana, una función spline, una función polinómica, un factor de escala, y redondeo.
- 35 Una codificación y decodificación de vídeo que usa un filtro de interpolación de suavizado, de acuerdo con los ejemplos de la presente invención, se describen a continuación con referencia a las figuras 13A a 27. La codificación y decodificación de vídeo basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, de acuerdo con los ejemplos de la presente invención, se describen a continuación con referencia a las figuras 15 a 25. Los procedimientos de codificación y decodificación de vídeo que usan un filtro de interpolación de suavizado, de acuerdo con los ejemplos de la presente invención, se describen a continuación con referencia a las figuras 26 y 27.
- 40 Cuando diversas operaciones se realizan en datos de imagen, los datos de imagen pueden dividirse en grupos de datos y la misma operación puede realizarse sobre datos del mismo grupo de datos. En la siguiente descripción, un grupo de datos formado de acuerdo con un estándar predeterminado se denomina "unidad de datos", y una operación se realiza sobre cada "unidad de datos" usando datos incluidos en la unidad de datos.
- 45 **<Codificación y decodificación de vídeo usando filtro de interpolación de suavizado>**
- La figura 13A es un diagrama de bloques de un aparato 100 de codificación de vídeo que usa un filtro de interpolación de suavizado, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.
- Las operaciones de un codificador 120 y una unidad 130 de salida del aparato 100 de codificación de vídeo puede controlarse de manera cooperativa por un procesador de codificación de vídeo, una CPU, y un procesador gráfico.
- 50 Con el fin de codificar una imagen actual de un vídeo de entrada, el aparato 100 de codificación de vídeo divide la imagen actual en unidades de datos que tienen un tamaño predeterminado y codifica cada unidad de datos.
- Por ejemplo, la imagen actual incluye píxeles en un ámbito espacial. Con el fin de codificar espacialmente los píxeles adyacentes de la imagen actual al mismo tiempo, la imagen actual puede dividirse en grupos de píxeles que tienen un tamaño predeterminado de tal manera que los píxeles adyacentes dentro de un intervalo predeterminado forman

un grupo. Realizando una serie de operaciones de codificación sobre píxeles de los grupos de píxeles divididos, la imagen actual puede codificarse.

5 Ya que los datos iniciales de una imagen que se codificará son valores de píxeles en el ámbito espacial, cada grupo de píxeles puede usarse como una unidad de datos que se codificará. También, cuando los coeficientes de transformación en un ámbito de transformación se generan realizando la transformación para codificación de vídeo sobre valores de píxeles del grupo de píxeles en el ámbito espacial, los coeficientes de transformación se incluyen en grupos de coeficientes que tienen el mismo tamaño que los grupos de píxeles en el ámbito espacial. Por consiguiente, un grupo de coeficientes de los coeficientes de transformación en el ámbito de transformación puede también usarse como una unidad de datos para codificar una imagen.

10 Por consiguiente, en el ámbito espacial y en el ámbito de transformación, un grupo de datos que tienen un tamaño predeterminado puede usarse como unidad de datos que se codificarán. En este caso, el tamaño de una unidad de datos puede definirse como el número de trozos de datos incluidos en la unidad de datos. Por ejemplo, el número de píxeles en el ámbito espacial o el número de coeficientes de transformación en el ámbito de transformación puede representar el tamaño de una unidad de datos.

15 Un procedimiento de codificación o características de codificación de una unidad de datos actual puede determinarse con respecto a cada grupo de datos de cualquier nivel de datos de entre una unidad de datos, un fragmento, una imagen, y una secuencia de imágenes de un vídeo que se codificará actualmente.

20 El aparato 100 de codificación de vídeo puede codificar la imagen actual realizando una predicción de codificación que incluye interpredicción e intrapredicción, transformación, cuantificación, y codificación de entropía sobre cada unidad de datos.

Basándose en la interpredicción, con el fin de estimar un valor de píxel actual con referencia a un valor de píxel de una imagen temporalmente anterior o posterior, los datos residuales entre un valor de píxel de una región de referencia de una imagen de referencia y un valor de píxel de una imagen actual, y datos de referencia que indican la referencia al valor de píxel puede determinarse.

25 Con el fin de realizar la interpredicción de manera más precisa, el aparato 100 de codificación de vídeo puede determinar los datos residuales y los datos de referencia usando un valor de píxel de unidad sub-pel. Con el fin de realizar la interpredicción de unidad sub-pel, el aparato 100 de codificación de vídeo puede determinar un valor de píxel de unidad sub-pel ubicado entre los píxeles de unidad pel entera adyacentes interpolando los píxeles de unidad pel entera adyacentes.

30 También, el valor de píxel de unidad sub-pel puede generarse realizando el filtrado de interpolación sobre dos o más píxeles de referencia de unidad pel entera incluyendo los píxeles de unidad pel entera adyacentes. Los píxeles de referencia para realizar el filtrado de interpolación pueden ser píxeles de una imagen de referencia.

35 Con el fin de realizar de manera eficaz la interpolación de la imagen, el aparato 100 de codificación de vídeo puede determinar de manera selectiva los coeficientes de filtro de interpolación. El codificador 120 puede incluir el aparato 10 de interpolación de imagen ilustrado en la figura 1. En otras palabras, con el fin de realizar la interpredicción de unidad sub-pel, el codificador 120 puede generar un valor de píxel de unidad sub-pel usando un filtro de interpolación que incluye coeficientes de filtro determinados por el aparato 10 de interpolación de imagen basándose en la transformación y la transformación inversa.

40 Con el fin de realizar de manera eficaz el filtrado de interpolación, el aparato 100 de codificación de vídeo puede almacenar previamente coeficientes de filtro de interpolación en la memoria. De acuerdo con una ubicación de interpolación, una suavidad, el número de tomas de filtro, una profundidad de bits, un factor de escala, y una función básica de filtrado de interpolación basándose en la transformación puede almacenarse en la memoria del aparato 100 de codificación de vídeo.

45 Por ejemplo, al menos uno de entre (i) coeficientes  $\{-1, 4, -10, 57, 19, -7, 3, -1\}$  de filtro de  $1/4$  unidad pel de 8 tomas que tienen un factor de escala de  $2^6$ , (iii) coeficientes  $\{-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1\}$  de filtro de  $1/2$  unidad pel de 8 tomas que tienen un factor de escala de  $2^6$ , (iii) coeficientes  $\{-3, 60, 8, -1\}$  de filtro de  $1/8$  unidad pel de 4 tomas que tiene un factor de escala de  $2^6$ , (iv) coeficientes  $\{-4, 54, 16, -2\}$  de filtro de  $1/8$  unidad pel de 4 tomas que tiene un factor de escala de  $2^6$ , (v) coeficientes  $\{-5, 46, 27, -4\}$  de filtro de  $3/8$  unidad pel de 4 tomas que tiene un factor de escala de  $2^6$ , y (vi) coeficientes  $\{-4, 36, 36, -4\}$  de filtro de  $1/2$  unidad pel de 4 tomas que tienen un factor de escala de  $2^6$  pueden almacenarse en la memoria y se pueden usar para realizar un filtrado de interpolación de suavizado.

50 Además de los coeficientes de filtro anteriormente mencionados, los coeficientes de filtro de interpolación de suavizado modificables basándose en diversas funciones básicas y funciones de ventana como se muestran en las figuras 8A a 12C pueden usarse para realizar el filtrado de interpolación.

55 Si el filtrado de interpolación se realiza usando los coeficientes de filtro almacenados en la memoria, una velocidad de cálculo de interpredicción puede mejorarse.

De entre una pluralidad de filtros de interpolación, el codificador 120 puede seleccionar y usar un filtro de interpolación de suavizado deseado para realizar interpredicción basándose en una ubicación de interpolación  $\alpha$  de unidad sub-pel y una suavidad. Además, un filtro de interpolación de suavidad para un píxel actual puede determinarse basándose en el número de tomas de filtro, una profundidad de bits, un factor de escala, etc.

5 El codificador 120 puede determinar un filtro de interpolación basándose en las características de la imagen. Por ejemplo, el codificador 120 puede determinar filtros de interpolación diferentes basándose en componentes de color de píxeles. Por ejemplo, un filtro de interpolación para píxeles de brillo y un filtro de interpolación para píxeles de color pueden seleccionarse de manera separada y así los valores de píxel de unidad sub-pel pueden generarse individualmente realizando el filtrado de interpolación.

10 Un vídeo puede codificarse realizando la interpredicción basada en la interpolación de unidad sub-pel, intrapredicción, transformación, y cuantificación.

La unidad 130 de salida puede codificar y generar información de codificación y puede generar datos de imagen codificados. Como la información de codificación, la información acerca del filtro de interpolación seleccionado puede codificarse adicionalmente. En otras palabras, la información acerca de un filtro de interpolación usado para realizar la codificación de la predicción de unidad sub-pel puede codificarse. Por ejemplo, un decodificador tiene que saber acerca de un filtro de interpolación usado para codificar una imagen con el fin de decodificar la imagen usando el mismo filtro de interpolación usado en el proceso de codificación. Para esto, se puede codificar la información que indica el filtro de interpolación usado junto con la imagen. Sin embargo, si un filtro se selecciona basándose en un resultado de codificación previo, es decir, el contexto, la información acerca del filtro seleccionado puede no codificarse adicionalmente.

20 La unidad 130 de salida puede realizar una codificación de entropía sobre la información codificada y los datos de imagen codificada y puede generar un flujo de bits.

La figura 13B es un diagrama de bloques de un aparato 200 de decodificación de vídeo que usa un filtro de interpolación de suavizado, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

25 El aparato 200 de decodificación de vídeo incluye un receptor y extractor 220 y un decodificador 230. Las operaciones del receptor y del extractor 220 y el decodificador 230 del aparato 200 de decodificación de vídeo pueden controlarse de manera cooperativa por un procesador de decodificación de vídeo, un procesador gráfico, y una CPU.

30 Con el fin de reconstruir una imagen a partir de un flujo de bits, el aparato 200 de decodificación de vídeo puede decodificar datos de imagen codificados del flujo de bits realizando operaciones que incluyen decodificación de entropía, cuantificación inversa, transformación inversa, interpredicción/compensación, e intrapredicción/compensación.

35 El receptor y extractor 220 recibe y analiza un flujo de bits de un vídeo codificado. El receptor y extractor 220 puede extraer datos codificados de cada unidad de datos de una imagen actual, y la información codificada que incluye información acerca de un procedimiento de codificación que se usara para decodificar los datos codificados, desde el flujo de bits analizado.

40 Si la información de codificación incluye información de filtro de interpolación, el decodificador 230 puede leer información acerca de un filtro de interpolación usado para realizar la intrapredicción de unidad sub-pel a partir de la información del filtro de interpolación, y puede realizar compensación de movimiento usando el filtro de interpolación usado en un proceso de codificación.

El decodificador 230 puede decodificar datos de imagen codificados realizando diversas operaciones de decodificación tal como decodificación de entropía, cuantificación inversa, transformación inversa, interpredicción/compensación, e intrapredicción/compensación sobre una imagen codificada de acuerdo con diversos procedimientos de decodificación basándose en la información acerca de un modo de codificación.

45 Con el fin de realizar la compensación de movimiento, una región de referencia de una imagen de referencia que es temporalmente anterior o posterior a una imagen actual puede determinarse usando datos de referencia, y un valor de píxel de una región de referencia y datos residuales pueden combinarse para reconstruir un valor de píxel actual.

50 Si los datos residuales y los datos de referencia se determinan basándose en píxeles interpolados en una unidad sub-pel en un proceso de codificación, el decodificador 230 puede también realizar la compensación de movimiento basándose en los píxeles interpolados en una unidad sub-pel. Con el fin de realizar la compensación de movimiento de unidad sub-pel, el decodificador 230 puede generar un valor de píxel de unidad sub-pel interpolando los píxeles de unidad pel entera adyacentes de la imagen de referencia. El valor de píxel de unidad sub-pel puede generarse realizando el filtrado de interpolación sobre dos o más píxeles de referencia de unidad pel entera incluyendo los píxeles de unidad pel entera adyacentes.

55 Con el fin de realizar de manera eficaz la interpolación de la imagen, el aparato 200 de decodificación de vídeo

puede determinar de manera selectiva los coeficientes de filtro de interpolación. El decodificador 230 puede incluir el aparato 10 de interpolación de imagen ilustrado en la figura 1. En otras palabras, con el fin de realizar la compensación de movimiento de unidad sub-pel, el decodificador 230 puede generar un valor de píxel de unidad sub-pel usando un filtro de interpolación basándose en la transformación.

- 5 Con el fin de realizar de manera eficaz el filtrado de interpolación, el aparato 200 de decodificación de vídeo puede almacenar previamente los coeficientes de filtro de interpolación diversamente seleccionables en la memoria de acuerdo con una ubicación de interpolación, una suavidad, el número de tomas de filtro, una profundidad de bits, un factor de escala, y una función básica del filtrado de interpolación basada en la transformación.

10 Como se describió anteriormente, por ejemplo, al menos uno de entre (i) coeficientes  $\{-1, 4, -10, 57, 19, -7, 3, -1\}$  de filtro de 1/4 unidad pel de 8 tomas que tienen un factor de escala de  $2^6$ , (ii) coeficientes  $\{-1, 54, -11, 40, 40, -11, 4, -1\}$  de filtro de 1/2 unidad pel de 8 tomas que tienen un factor de escala de  $2^6$ , (iii) coeficientes  $\{-3, 60, 8, -1\}$  de filtro de 1/8 unidad pel de 4 tomas que tiene un factor de escala de  $2^6$ , (iv) coeficientes  $\{-4, 54, 16, -2\}$  de filtro de 1/8 unidad pel de 4 tomas que tiene un factor de escala de  $2^6$ , (v) coeficientes  $\{-5, 46, 27, -4\}$  de filtro de 3/8 unidad pel de 4 tomas que tiene un factor de escala de  $2^6$ , y (vi) coeficientes  $\{-4, 36, 36, -4\}$  de filtro de 1/2 unidad pel de 4 tomas que tienen un factor de escala de  $2^6$  pueden almacenarse en la memoria y se pueden usar para realizar un filtrado de interpolación de suavizado. Además de los coeficientes de filtro anteriormente mencionados, los coeficientes de filtro de interpolación de suavizado modificables de acuerdo con diversas funciones básicas y funciones de ventana como se muestran en las figuras 8A a 12C pueden usarse para realizar el filtrado de interpolación de suavizado.

20 De entre una pluralidad de filtros de interpolación, el decodificador 230 puede seleccionar y usar un filtro de interpolación apropiado para un píxel actual para realizar la compensación de movimiento de unidad sub-pel de acuerdo con una ubicación  $\alpha$  de unidad sub-pel, el número de tomas de filtro, una profundidad de bits, un factor de escala, etc.

25 También, el decodificador 230 puede determinar un filtro de interpolación de suavizado basándose en características de imagen. Por ejemplo, se pueden determinar diferentes filtros de interpolación de acuerdo con los componentes de color de los píxeles, el filtrado de interpolación para píxeles de brillo y el filtrado de interpolación para píxeles de color pueden realizarse por separado, y así los valores de píxeles de unidad sub-pel interpolados pueden generarse de manera individual.

30 Por consiguiente, el decodificador 230 puede reconstruir los datos en un ámbito espacial realizando cuantificación inversa/transformación inversa, y puede reconstruir los valores de píxeles y una imagen actual realizando intrapredicción y compensación del movimiento basándose en una interpolación de unidad sub-pel, así como en una interpolación de unidad pel entera. Si las imágenes de reconstruyen, un vídeo puede decodificarse.

La figura 14A es un diagrama de flujo de un procedimiento de codificación que usa un filtro de interpolación de suavizado, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

35 En la operación 1410, con el fin de codificar una imagen actual de un vídeo de entrada, la codificación de predicción que usa una interpolación de unidad sub-pel se realiza. Un filtro de interpolación se selecciona de manera diferente basándose en una interpolación de unidad sub-pel y una suavidad de entre los filtros de interpolación para generar un valor de píxel de unidad sub-pel. La suavidad del filtro de interpolación puede determinarse basándose en la distancia entre una ubicación de interpolación y unidades pel enteras.

40 El valor de píxel de unidad sub-pel puede generarse realizando el filtrado de interpolación sobre dos o más píxeles de referencia de unidad pel entera de una imagen de referencia. Los datos residuales y los datos de referencia se determinan usando el valor de píxel de unidad sub-pel generado, realizando así la codificación de predicción.

45 Con el fin de realizar de manera eficaz la interpolación de la imagen, los coeficientes del filtro de interpolación pueden determinarse selectivamente. De entre los coeficientes de filtro de interpolación previamente almacenados en memoria, un filtro de interpolación deseado puede seleccionarse basándose en una ubicación de interpolación de unidad sub-pel, una suavidad, el número de tomas de filtro, una profundidad de bits, un factor de escala, una función básica del filtrado de interpolación basada en la transformación, y un componente de color, y la interpolación se puede realizar para generar el valor de píxeles de unidad sub-pel.

50 En la operación 1420, la transformación y la cuantificación se realizan en un 5 resultado de interpredicción basándose en una interpolación de unidad sub-pel, y la intrapredicción.

En la operación 1430, un flujo de bits puede generarse realizando una codificación de entropía sobre la información de codificación y los datos de imagen codificados en la forma de coeficientes de transformación cuantificados. La información de codificación puede incluir información sobre un filtro de interpolación utilizado para realizar una codificación de predicción de unidad sub-pel.

55 La figura 14B es un diagrama de flujo de un procedimiento de decodificación que usa un filtro de interpolación de suavizado, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

En la operación 1450, se recibe un flujo de bits de un vídeo codificado, codificado por entropía, y analizado para extraer los coeficientes de transformación cuantificados y la información codificada de una imagen actual a partir del flujo de bits.

5 Si la información de codificación incluye información acerca de un filtro de interpolación, el tipo de un filtro de interpolación necesario puede leerse a partir de la información.

En la operación 1460, de acuerdo con diversos procedimientos de decodificación determinados basándose en modo de codificación leído a partir de la información de codificación, la cuantificación inversa y la transformación inversa se realizan sobre coeficientes de transformación cuantificados, y los datos residuales se añaden, reconstruyendo así los datos en un ámbito espacial.

10 En la operación 1470, los datos de imagen codificados pueden decodificarse realizando diversas operaciones de decodificación tales como la compensación de movimiento y la intrapredicción basándose en el modo de codificación.

15 Específicamente, si los datos residuales codificados y los datos de referencia se extraen basándose en los píxeles interpolados extraídos en una unidad sub-pel, la compensación de movimiento puede realizarse basándose en los píxeles interpolados en una unidad sub-pel. De entre los filtros de interpolación para generar un valor de píxel de unidad sub-pel, un filtro de interpolación se selecciona de diferente manera basándose en la ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad.

20 Con el fin de realizar de manera eficaz la interpolación de la imagen, Los coeficientes del filtro de interpolación pueden determinarse selectivamente. De entre los coeficientes de filtro de interpolación previamente almacenados en memoria, un filtro de interpolación deseado puede seleccionarse de acuerdo con una ubicación de interpolación de unidad sub-pel, una suavidad, el número de tomas de filtro, una profundidad de bits, un factor de escala, una función básica del filtrado de interpolación basada en la transformación, y un componente de color, y la interpolación se puede realizar para generar el valor de píxeles de unidad sub-pel. Ya que la compensación de movimiento se realiza sobre píxeles interpolados usando los coeficientes de filtro de interpolación previamente almacenados en la memoria, se puede aumentar una velocidad de cálculo.

30 Una imagen de referencia y una región de referencia se determinan usando los datos de referencia, y el valor de píxel de unidad sub-pel puede generarse realizando el filtrado de interpolación sobre dos o más píxeles de referencia de unidad pel entera de la imagen de referencia. La compensación de movimiento puede realizarse combinando el valor de píxel de unidad sub-pel en los datos residuales, y así puede realizarse la decodificación de predicción.

En la operación 1480, una imagen actual se reconstruye usando valores de píxel obtenidos por la realización de la decodificación de predicción, y así se decodifica un vídeo.

**<Codificación y decodificación de vídeo usando interpolación de suavizado basándose en unidades de codificación que tienen estructura en árbol>**

35 Los aparatos de codificación y decodificación de vídeo que usa un filtro de interpolación de suavizado que se basan en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, y procedimientos de codificación y decodificación de vídeo que corresponden a los aparatos de codificación y decodificación de vídeo, de acuerdo con los ejemplos de la presente invención, se describirán ahora en detalle con referencia a las figuras 13 y 27.

40 El aparato 100 de codificación de vídeo puede codificar un vídeo basándose en unidades de codificación y unidades de transformación que tienen una estructura en árbol.

45 Una imagen actual de un vídeo puede dividirse basándose en una unidad de codificación máxima para la imagen actual. Si la imagen actual es más grande que la unidad de codificación máxima, los datos de imagen de la imagen actual pueden dividirse en al menos una unidad de codificación máxima. La unidad de codificación máxima puede ser una unidad de datos que tiene un tamaño de 32x32, 64x64, 128x128, 256x256, etc., en la que la forma de la unidad de datos es cuadrada teniendo un ancho y una longitud en cuadrados de 2. El codificador 120 puede codificar los datos de imagen de cada una de al menos una unidad de codificación máxima.

50 Una unidad de codificación máxima de acuerdo con un ejemplo de acuerdo con un ejemplo de la presente invención puede caracterizarse por un tamaño y una profundidad máximos. La profundidad indica un número de veces que la unidad de codificación se divide de manera espacial de la unidad de codificación máxima, y conforme la profundidad profundiza, las unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades pueden separarse de la unidad de codificación máxima en una unidad de codificación mínima. Una profundidad de la unidad de codificación máxima es la profundidad más alta y una profundidad de la unidad de codificación mínima es la profundidad más baja. Ya que un tamaño de una unidad de codificación que corresponde a cada profundidad disminuye conforme la profundidad de la unidad de codificación máxima se profundiza, una unidad de codificación que corresponde a una  
55 profundidad superior puede incluir una pluralidad de unidades de codificación que corresponde a las profundidades inferiores.

5 Como se describió anteriormente, los datos de imagen de la imagen actual se dividen en unidades de codificación máximas de acuerdo con un tamaño 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. Ya que la unidad de codificación máxima de acuerdo con un ejemplo de la presente invención se divide de acuerdo con las profundidades, los datos de imagen de un ámbito espacial en la unidad de codificación máxima pueden clasificarse jerárquicamente de acuerdo con las profundidades.

Una profundidad máxima y un tamaño máximo de una unidad de codificación, que limitan el número total de veces que una altura y un ancho de la unidad de codificación máxima se dividen jerárquicamente, puede determinarse.

10 El codificador 120 codifica al menos una región dividida obtenida dividiendo una región de la unidad de codificación máxima de acuerdo con las profundidades, y determina una profundidad para generar finalmente los datos de imagen codificados de acuerdo con la al menos una región dividida. En otras palabras, el codificador 120 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 imagen actual, y seleccionar una profundidad que tiene el mínimo error de codificación.

15 El codificador 120 puede generar los datos de imagen codificados de la unidad de codificación que corresponde a la profundidad codificada determinada. También, el codificador 120 puede transmitir información acerca de la profundidad codificada a la unidad 130 de salida de tal manera que la información acerca de la profundidad codificada puede codificarse como información de codificación.

20 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 los errores de codificación de las unidades de codificación más profundas. Al menos una profundidad codificada puede seleccionarse para cada unidad de codificación máxima.

25 El tamaño de la unidad de codificación máxima se divide conforme una unidad de codificación se divide jerárquicamente de acuerdo a las profundidades, y conforme el número de unidades de codificación disminuye. 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 en una profundidad inferior midiendo un error de codificación de los datos de imagen de cada unidad 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 diferir de acuerdo con las regiones en la unidad de codificación máxima, y así las profundidades codificadas pueden diferir de acuerdo con las regiones en los datos de imagen. De esta manera, una o más profundidades codificadas puede determinarse 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.

30 Por consiguiente, el codificador 120 puede determinar unidades de codificación que tienen una estructura de árbol incluida en la unidad de codificación máxima. Las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol de acuerdo con un ejemplo de la presente invención incluyen unidades de codificación que corresponden a una profundidad determinada que será 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 de manera jerárquica de acuerdo con profundidades en la misma región de la unidad de codificación máxima, y puede determinarse independientemente en diferentes regiones. De manera similar, una profundidad codificada de una región actual puede determinarse independientemente de una profundidad codificada en otra región.

35 Una profundidad máxima es un índice relacionado con el número de veces que se ha realizado la división de una unidad de codificación máxima en una unidad de codificación mínima. Una primera profundidad máxima puede indicar el número total de veces que la división se ha realizado de la unidad de codificación máxima en la unidad de codificación mínima. Una segunda profundidad máxima puede indicar el número total de niveles de profundidad de la unidad de codificación máxima en la unidad de codificación mínima. Por ejemplo, cuando una profundidad de la unidad de codificación es 0, una profundidad de una unidad de codificación, en la que la unidad de codificación máxima se divide una vez, se puede establecer en 1, y una profundidad de una unidad de codificación, en la que la unidad de codificación máxima se divide dos veces, se puede establecer en 2. Aquí, si la unidad de codificación mínima es una unidad de codificación en la que la unidad de codificación máxima se divide cuatro veces, los niveles de profundidad de las profundidades 0, 1, 2, 3 y 4 existen, y por tanto la primera profundidad máxima se puede fijar en 4, y la segunda profundidad máxima se puede establecer en 5.

La codificación de la predicción y la transformación pueden realizarse de acuerdo con una unidad de codificación máxima. La codificación de predicción y la transformación también se realizan basándose en las unidades de codificación más profundas de acuerdo con una profundidad igual a o menos profundas que la profundidad máxima,

de acuerdo con una unidad de codificación.

5 Ya que el número de unidades de codificación más profundas disminuye siempre que la unidad de codificación máxima se divide de acuerdo con las profundidades, la codificación que incluye la codificación de predicción y la transformación se realiza en todas las unidades de codificación más profundas generadas conforme la profundidad profundiza. Por conveniencia de descripción, la codificación de predicción y la transformación se describirán a continuación basándose en una unidad de codificación de una profundidad actual, en una unidad de codificación máxima.

10 El aparato 100 de codificación de vídeo puede seleccionar diversamente un tamaño o forma de una unidad de datos para codificar los datos de imagen. Con el fin de codificar datos de imagen, operaciones, tales como codificación de predicción, transformación, y codificación de entropía, se llevan a cabo, y en este momento, la misma unidad de datos puede usarse para todas las operaciones o se pueden usar para cada operación diferentes unidades de datos.

Por ejemplo, el aparato 100 de codificación de vídeo puede seleccionar no solo una unidad de codificación para codificar los datos de imagen, sino que también una unidad de datos diferente de la unidad de codificación para realizar la codificación de predicción sobre los datos de imagen en la unidad de codificación.

15 Con el fin de llevar a cabo la codificación de predicción en la unidad de codificación máxima, la codificación de predicción puede realizarse basándose en una unidad de codificación correspondiente a una profundidad codificada, es decir, basándose en una unidad de codificación que ya no está dividida en unidades de codificación correspondientes a una profundidad inferior. De ahora en adelante, la unidad de codificación que ya no está dividida y que deviene una unidad básica para la codificación de predicción se denominará 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 uno de entre una altura y un ancho de la unidad de predicción.

20 Por ejemplo, cuando una unidad de codificación de  $2N \times 2N$  (donde  $N$  es un número entero positivo) ya no está dividida y deviene 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 de manera simétrica una altura o ancho de la unidad de predicción, las particiones obtenidas por dividir asimétricamente la altura o el ancho de la unidad de predicción, tal como  $1:n$  o  $n:1$ , las particiones que se obtienen por división geométrica de la unidad de predicción, y las particiones que tienen formas arbitrarias.

25 Un modo de predicción de la unidad de predicción puede ser al menos un intramodo, un intermodo, o un modo de salto. Por ejemplo, el intramodo o el intermodo se pueden realizar sobre la partición de  $2N \times 2N$ ,  $2N \times N$ ,  $N \times 2N$ , o  $N \times N$ . También, el modo de salto puede realizarse solo sobre la partición  $2N \times 2N$ . La codificación se realiza independientemente de una unidad de predicción en una unidad de codificación, seleccionando así un modo de predicción que tiene al menos un error de codificación.

30 El aparato 100 de codificación de vídeo también puede realizar la transformación sobre los datos de imagen en una unidad de codificación basándose solo en la unidad de codificación para codificar los datos de imagen, pero también basándose en una unidad de datos que es diferente de la unidad de codificación.

Con el fin de realizar la transformación en la unidad de codificación, la transformación puede realizarse basándose en una unidad de transformación que tiene un tamaño menor que o igual que la unidad de codificación. Por ejemplo, la unidad de transformación para la transformación puede incluir una unidad de datos para un intramodo y una unidad de datos para un intermodo.

40 De manera similar a la unidad de codificación, la unidad de transformación en la unidad de codificación puede dividirse recursivamente en regiones de menor tamaño, de manera que la unidad de transformación puede determinarse independientemente en unidades de regiones. De esta manera, los datos residuales en la unidad de codificación pueden dividirse de acuerdo con las unidades de transformación que tienen la estructura de árbol de acuerdo con las profundidades de transformación.

45 Una profundidad de transformación que indica el número de veces que la división se ha realizado para alcanzar la unidad de transformación dividiendo la altura y el ancho de la unidad de codificación se puede también establecer 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 también es  $2N \times 2N$ , puede ser 1 cuando el tamaño de la unidad de transformación es  $N \times N$ , y puede ser 2 cuando el tamaño de la unidad de transformación es  $N/2 \times N/2$ . En otras palabras, las unidades de transformación que tienen una estructura de árbol pueden establecerse de acuerdo con las profundidades de transformación.

50 La información de codificación de acuerdo con una profundidad de codificación requiere, no solo información acerca de la profundidad de codificación, sino también información sobre la codificación y la transformación. Por consiguiente, el codificador 120 no solo determina una profundidad de codificación que tiene al menos un error de codificación, sino que también determina un tipo de partición en una unidad de predicción, un modo de predicción de acuerdo con las unidades de predicción, y un tamaño de una unidad de transformación para la transformación. Para la interpredicción, la información de codificación de acuerdo con una profundidad codificada puede incluir

información relacionada con el filtrado de interpolación para interpolar unidades sub-pel.

También, el codificador 120 puede realizar la transformación usando unidades de transformación que tienen una estructura para codificar unidades de codificación, basándose en un nivel de división máximo de las unidades de transformación, que se establecen previa y restrictivamente en cada unidad de codificación máxima o en cada unidad de codificación actual.

En cada una de las unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades, una unidad de transformación básica que tiene un tamaño menor o igual que una unidad de codificación puede dividirse jerárquicamente en unidades de transformación de profundidades de transformación más bajas. Las unidades de transformación que tienen una estructura de árbol pueden incluir una unidad de transformación básica que tiene un tamaño máximo que se permite actualmente, y un nivel inferior de las unidades de transformación en relación con el nivel de división máximo que se permite para las unidades de codificación.

Después de realizar la transformación en cada nivel de acuerdo con una profundidad de transformación en una unidad de codificación actual, el codificador 120 puede determinar las unidades de transformación que tienen una estructura de árbol, que son independientes de las unidades de transformación de las regiones adyacentes y forman una estructura jerárquica entre las unidades de transformación en la misma región de acuerdo con las profundidades de transformación.

En otras palabras, las unidades de transformación que tienen una estructura de árbol pueden determinarse realizando la transformación sobre cada unidad de codificación usando unidades de transformación de diversos tamaños y seguidamente comparando los resultados de la transformación. Mientras que una unidad de codificación se está determinando, una unidad de transformación para la transformación de la unidad de codificación puede determinarse. Siempre que las unidades de codificación de acuerdo entre sí o más profundidades se codifican, las unidades de transformación de acuerdo con cada una de o más profundidades de transformación pueden usarse para realizar la transformación.

Una unidad de transformación que tiene al menos un error de codificación tiene que determinarse para cada unidad de codificación. Con el fin de determinar una profundidad de transformación que tiene un error de codificación mínimo en una unidad de transformación, los errores de codificación se pueden medir y comparar en todas las unidades de transformación más profundas de acuerdo con las profundidades. Una unidad de transformación puede determinarse como una unidad de datos para minimizar un error de transformación de una unidad de transformación.

Por consiguiente, ya que una combinación de una unidad de codificación y una unidad de transformación más profunda de acuerdo con las profundidades, que tiene al menos un error de codificación, se determina de manera individual en cada región de una unidad de codificación máxima, las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol y las unidades de transformación que tienen una estructura de árbol pueden determinarse.

Los procedimientos para determinar las unidades de codificación que tienen una estructura en árbol, particiones, y las unidades de transformación que tienen una estructura de árbol en una unidad de codificación máxima, de acuerdo con los ejemplos de la presente invención, se describirán en detalle más tarde con referencia a las figuras 15 y 25.

El codificador 120 puede medir un error de codificación de unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades usando una optimización de la tasa de distorsión basándose en multiplicadores lagrangianos.

El aparato 100 de codificación de vídeo puede generar los datos de imagen de la unidad de codificación máxima, que se codifican basándose en al menos una profundidad de codificación determinada por el codificador 120, y la información acerca de un modo de codificación de acuerdo con la profundidad codificada, que se codifica por la unidad 130 de salida, en la forma de flujo de bits.

La información acerca del modo de codificación de las unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades, que se determina conforme una imagen se codifica basándose en unidades de codificación, unidades de predicción, y unidades de transformación que tienen una estructura de árbol, puede incluirse en un encabezado, un conjunto de parámetros de secuencia (SPS), o un conjunto de parámetros de imagen (PPS) de un flujo de bits.

Los datos de imagen codificados pueden obtenerse codificando datos residuales de una imagen.

La información acerca del modo de codificación en la profundidad codificada puede incluir información sobre 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.

La información acerca de la profundidad codificada puede definirse usando información dividida de acuerdo con las profundidades, que representa si la codificación se ha realizado sobre unidades de codificación de una profundidad inferior en lugar de una profundidad actual. Si la profundidad de la unidad de codificación actual es la profundidad de

codificación, los datos de imagen en la unidad de codificación actual se codifican y se generan, y así la información dividida puede definirse como no dividir la unidad de codificación actual a una profundidad inferior. De manera alternativa, si la profundidad de la unidad de codificación actual es la profundidad de codificación, la codificación se realiza en la unidad de codificación de la profundidad inferior, y así, la información dividida puede definirse para dividir la unidad de codificación actual para obtener las unidades de codificación de profundidad inferior.

Si la profundidad actual no es la profundidad codificada, la codificación se realiza sobre la unidad de codificación que se divide en la unidad de codificación de la profundidad inferior. Ya que al menos una unidad de codificación de la profundidad inferior existe en una unidad de codificación de la profundidad actual, la codificación se realiza de manera repetida sobre cada unidad 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.

Ya 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 de codificación de los datos de imagen de la unidad de codificación máxima puede ser diferente de acuerdo con las ubicaciones ya que los datos de imagen se dividen de manera jerárquica de acuerdo con las profundidades, y así la información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación pueden establecerse para los datos de imagen.

Por consiguiente, la unidad 130 de salida puede asignar la información de codificación acerca de una profundidad codificada correspondiente y un modo de codificación en al menos una de las unidades de codificación, la unidad de predicción, y una unidad mínima incluida en la unidad de codificación máxima.

La unidad mínima de acuerdo con un ejemplo de la presente invención es una unidad de datos rectangular obtenida por la división de la unidad de codificación mínima que constituye la profundidad más baja por 4. De manera alternativa, la unidad mínima puede ser una unidad de datos rectangular 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.

Por ejemplo, la información de codificación generada a través de la unidad 130 de salida puede clarificarse en información de codificación de acuerdo con las unidades de codificación, y la información de codificación de acuerdo con las 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 la información acerca de una dirección estimada de un intermodo, acerca de un índice de imagen de referencia del intermodo, acerca de un vector de movimiento, acerca de un componente de color de un intramodo, y acerca de un procedimiento de interpolación del intramodo.

La información acerca de un tamaño máximo de la unidad de codificación se define de acuerdo con las imágenes, fragmentos, o GOP, y la información acerca de una profundidad máxima puede insertarse en un encabezado, un SPS, o un PPS de un flujo de datos.

En el aparato 100 de codificación de vídeo, la unidad de codificación más profunda puede ser una unidad de codificación obtenida por la división de una altura o ancho de una unidad de codificación de una profundidad superior, que está una capa por encima, por 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 máximo 4 de la unidad de codificación de la profundidad inferior.

Por consiguiente, el aparato 100 de codificación de vídeo puede formar las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol determinando las 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 determinada considerando las características de la imagen actual. También, ya que la codificación puede realizarse sobre cada unidad de codificación máxima usando 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.

De esta manera, si una imagen que tiene una alta resolución o gran cantidad de datos se codifica en un macrobloque convencional, un número de macrobloques por imagen aumenta excesivamente. Por consiguiente, un número de trozos de información comprimida generada para cada macrobloque aumenta, y así es difícil transmitir la información comprimida y la eficacia de la compresión de datos disminuye. Sin embargo, usando el aparato 100 de codificación de vídeo, la eficacia de la compresión de imagen puede aumentarse ya que una unidad de código se ajusta mientras se considera las características de una imagen mientras aumenta un tamaño máximo de una unidad de codificación mientras considera un tamaño de una imagen.

La unidad 130 de salida puede codificar u generar información de codificación que indica un procedimiento de codificación usado para codificar un vídeo basándose en las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol y las unidades de transformación que tienen una estructura en árbol. La información de codificación puede

incluir información acerca de diversos modos de codificación de las unidades de codificación que corresponden a una profundidad codificada, y la información acerca de la profundidad codificada.

5 Las definiciones de diversos términos, tal como unidad de codificación, una profundidad, una unidad de predicción, una unidad de transformación, e información acerca de diversos modos de codificación, para diversas operaciones de aparato 200 de decodificación de vídeo son idénticas a las descritas con referencia al aparato 100 de codificación de vídeo.

10 El receptor 210 recibe un flujo de bits de un vídeo codificado. El receptor y el extractor 220 analizan el flujo de bits recibido. El receptor y el extractor 220 extraen los datos de imagen codificada para cada unidad de codificación desde el flujo de bits analizado, en el que las unidades de codificación tienen una estructura de árbol de acuerdo con cada unidad de codificación máxima, y genera los datos de imagen extraídos del decodificador 230. El receptor y el extractor 220 pueden extraer información acerca de un tamaño máximo de una unidad de codificación de una imagen actual, desde un encabezado, un SPS, o un PPS acerca de la imagen actual.

15 También, el receptor y el extractor 220 pueden extraer la información codificada acerca de las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol de acuerdo con cada unidad de codificación máxima, desde el flujo de bits analizado. La información acerca de la profundidad de un modo de codificación se extrae desde la información codificada. La información extraída acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación se envía al generador 230. En otras palabras, los datos de imagen en el flujo de datos pueden dividirse en la unidad de codificación máxima para que el decodificador 230 decodifique los datos de imagen para cada unidad de codificación máxima.

20 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 correspondiente 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 profundidad codificada, acerca de un modo de predicción, y un tamaño de una unidad de transformación. Para la interpredicción, la información relacionada al filtrado de interpolación para interpolar unidades sub-pel se puede extraer de la información codificada de acuerdo con una profundidad codificada. También, la información de división de acuerdo con las profundidades puede extraerse como la información acerca de la profundidad codificada.

30 La información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación de acuerdo con cada unidad de codificación máxima extraída por el receptor y el extractor 220 es información acerca de una profundidad codificada y un modo de codificación determinado para generar un error de codificación mínimo cuando un codificador, tal como el aparato 100 de codificación de vídeo, realiza repetidamente la codificación para cada unidad de codificación más profunda de acuerdo con las profundidades de acuerdo con cada unidad de codificación máxima. Por consiguiente, el aparato 200 de codificación de vídeo puede reconstruir 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.

35 Ya 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 receptor y el extractor 220 pueden 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 la misma información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación se asigna puede deducirse que son las unidades de datos incluidas en la misma unidad de codificación máxima.

45 El decodificador 230 puede determinar al menos una profundidad codificada de una unidad de codificación máxima actual usando información dividida de acuerdo con las profundidades. Si la información dividida representa que los datos de imagen ya no se dividen en la profundidad actual, la profundidad actual es una profundidad codificada. Por consiguiente, el decodificador 230 puede decodificar datos de imagen 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 correspondiente a la profundidad codificada, y generan los datos de imagen de la unidad de codificación máxima actual.

50 En otras palabras, las unidades de datos que contienen la información de codificación que incluye la misma información dividida se puede obtener observando el conjunto de información de codificación 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 obtenidos pueden considerarse ser una unidad de datos que se decodificará por el decodificador 230 en el mismo modo de codificación.

55 El decodificador 230 puede reconstruir la imagen actual decodificando los datos de imagen codificados 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 máximas. El tipo de partición, el modo de predicción, y la

unidad de transformación pueden leerse como el modo de codificación para cada unidad de codificación de entre las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol incluida en cada unidad de codificación máxima. Un proceso de decodificación puede incluir una predicción que incluye una intrapredicción y una compensación del movimiento, y una transformación inversa.

- 5 El decodificador 230 puede realizar la intrapredicción o compensación del movimiento de acuerdo con una partición y un modo de predicción de cada unidad de codificación, basándose en la información acerca del tipo de partición y el modo de predicción de la unidad de predicción de las unidades de codificación que tienen una estructura en árbol.

También, el decodificador 230 puede leer la estructura de las unidades de transformación que tienen una estructura de árbol y puede realizar la transformación inversa sobre cada unidad de codificación basándose en las unidades de transformación.

10 El aparato 200 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 imagen actual. En otras palabras, las unidades de codificación que tienen la estructura de árbol determinadas para ser unidades de codificación óptimas en cada unidad de codificación máxima pueden decodificarse. También, el tamaño máximo de la unidad de codificación se determina n consideración de la resolución y la cantidad de datos de imagen.

15 Por consiguiente, aunque una imagen de datos tenga una resolución alta y una gran cantidad de datos, los datos de imagen pueden decodificarse de manera eficaz y reconstruirse 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.

20 La figura 15 es un diagrama para describir un concepto de unidades de codificación de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

25 Un tamaño de una unidad de codificación puede expresarse en ancho 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, 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.

30 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 15 indica un número total de divisiones de una unidad de codificación máxima a una unidad de decodificación mínima.

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

40 Ya 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 máxima que tiene un tamaño de eje largo de 64, y las unidades de codificación que tienen tamaños de eje largo de 32 y 16 ya que las profundidades se profundizan en dos capas por la separación de la unidad de codificación máxima dos veces. Mientras tanto, ya 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 unidad máxima que tiene un tamaño de eje largo de 16, y las unidades de codificación que tienen un tamaño de eje largo de 8 ya que las profundidades se profundizan en una capa por la división de una unidad de codificación máxima una vez.

45 Ya 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 máxima que tiene un tamaño de eje largo de 64, y las unidades de codificación que tienen tamaños de eje largo de 32, 16, y 8, ya que las profundidades se profundizan en 3 capas por la división de la unidad de codificación máxima tres veces. Conforme se profundiza una profundidad, se puede expresar con precisión información detallada.

50 La figura 16 es un diagrama de bloques de un codificador 400 de imagen basándose en unidades de codificación, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

55 El codificador 400 de imagen realiza operaciones del codificador 120 del aparato 100 de codificación de vídeo para codificar datos de imagen. En otras palabras, un intrapredicador 410 realiza una intrapredicción sobre unidades de codificación en un intramodo, de entre un fotograma 405 actual, y un estimador 420 de movimiento y un compensador 425 de movimiento realiza la interestimación y la compensación de movimiento sobre unidades de codificación en un intermodo de entre el fotograma 405 actual usando el fotograma 405 actual, y un fotograma 495

de referencia.

5 Con el fin de realizar con precisión la estimación de movimiento mediante el uso de píxeles de referencia en unidades sub-pel, el estimador 420 de movimiento y el compensador 425 de movimiento pueden generar píxeles en unidades sub-pel interpolando píxeles en unidades pel enteras. Un filtro de interpolación para generar píxeles en unidades sub-pel puede ser el filtro de interpolación de suavizado descrito anteriormente en relación con las figuras 1 y 13A.

10 La salida de datos del intrapredicador 410, el estimador 420 de movimiento, y el compensador 425 de movimiento se genera como un coeficiente de transformación cuantificado a través de un transformador 430 y un cuantificador 440. El coeficiente de transformación cuantificado se reconstruye como datos en un ámbito espacial a través de un cuantificador 460 inverso y un transformador 470 inverso, y los datos reconstruidos en el ámbito espacial se generan como el fotograma 495 de referencia después de post procesarse a través de un filtro 480 de desbloqueo y un filtro 490 de bucle. El coeficiente de transformación cuantificada puede generarse como un flujo 455 de bits a través de un codificador 450 de entropía.

15 Con el fin de que el codificador 400 de imagen se aplique en el aparato 100 de vídeo, todos los elementos del codificador 400 de imagen, es decir, el intrapredicador 410, el estimador 420 de movimiento, el compensador 425 de movimiento, el transformador 430, el cuantificador 440, el codificador 450 de entropía, el cuantificador 460 inverso, el transformador 470 inverso, el filtro 480 de desbloqueo, y el filtro 490 de bucle, tienen que realizar operaciones basadas en cada unidad de codificación de entre unidades de codificación que tienen una estructura de árbol considerando la profundidad máxima de cada unidad de codificación máxima.

20 Específicamente, el intrapredicador 410, el estimador 420 de movimiento, y el compensador 425 de movimiento tienen que determinar particiones y un modo de predicción de cada unidad de codificación de entre las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol mientras se considera el tamaño máximo y la profundidad máxima de una unidad de codificación máxima actual, y el transformador 430 tiene que determinar el tamaño de la unidad de transformación en cada unidad de codificación de entre las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol.

25 La figura 17 es un diagrama de bloques de un decodificador 500 de imagen basándose en unidades de codificación, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

30 Un analizador 510 analiza datos de imagen codificados que se decodificarán e información sobre la codificación requerida para la decodificación de un flujo 505 de bits. Los datos de imagen codificados se emiten como datos cuantificados inversamente a través de un decodificador 520 de entropía y un cuantificador 530 inverso, y los datos cuantificados inversamente se reconstruyen en datos de imagen en un ámbito espacial a través de un transformador 540 inverso.

35 Un intrapredicador 550 realiza intrapredicción en unidades de codificación en un intramodo con respecto a los datos de imagen en el ámbito espacial, y un compensador 560 de movimiento realiza la compensación de movimiento en unidades de codificación en un intermodo utilizando un fotograma 585 de referencia.

Con el fin de realizar con precisión la estimación de movimiento mediante el uso de píxeles de referencia en unidades sub-pel, el compensador 560 de movimiento puede generar píxeles en unidades sub-pel interpolando píxeles en unidades pel enteras. Un filtro de interpolación para generar píxeles en unidades sub-pel puede ser el filtro de interpolación de suavizado descrito anteriormente en relación con las figuras 2 y 13B.

40 Los datos de imagen en el ámbito espacial, que pasan a través del intrapredicador 550 y el compensador 560 de movimiento, pueden emitirse como un fotograma 595 reconstruido después de posprocesarse a través de un filtro 570 de desbloqueo y un filtro 580 de bucle. También, los datos de imagen se posprocesan a través del filtro 570 de desbloqueo y el filtro 580 de bucle puede emitirse como el fotograma 585 de referencia.

45 Con el fin de decodificar los datos de imagen en el decodificador 230 del aparato 200 de decodificación de vídeo, el decodificador 500 de imagen puede realizar operaciones que se realizan después del analizador 510.

50 Con el fin de que el codificador 500 de imagen se aplique en el aparato 200 de vídeo, todos los elementos del codificador 500 de imagen, es decir, el analizador 510, el codificador 520 de entropía, el cuantificador 530 inverso, el transformador 540 inverso, el intrapredicador 550, el compensador 560 de movimiento, el filtro 570 de desbloqueo, y el filtro 580 de bucle, tienen que realizar operaciones basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol para cada unidad de codificación máxima.

Específicamente, la intrapredicción 550 y el compensador 560 de movimiento tienen que determinar las 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 tiene que determinar un tamaño de una unidad de transformación para cada unidad de codificación.

55 La figura 18 es un diagrama que ilustra unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades, y

las particiones, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

5 El aparato 100 de codificación de video y el aparato 200 de decodificación de video utilizan unidades de codificación jerárquicas para considerar las características de una imagen. Una altura máxima, un ancho máximo, y una profundidad máxima de unidades de codificación pueden determinarse de forma adaptativa de acuerdo con las características de la imagen, o pueden establecerse de manera diferente por un usuario. Los tamaños de las unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades pueden determinarse de acuerdo con un tamaño máximo de la unidad de codificación.

10 En una estructura 600 jerárquica de unidades de codificación, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención, la altura máxima y el ancho máximo de las unidades de codificación son cada una de 64, y la profundidad máxima es 3. En este caso, la profundidad máxima indica el número total de veces que se ha realizado la división de una unidad de codificación máxima a una unidad de codificación mínima. Ya que la profundidad profundiza a lo largo de un eje vertical de la estructura 600 jerárquica, una altura y un ancho de la unidad de codificación más profunda se dividen cada uno. También, una unidad de predicción y particiones, que son bases para la codificación de predicción de cada unidad de codificación más profunda, se muestran a lo largo de un eje horizontal de la estructura 600 jerárquica.

15 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 ancho, es 64x64. La profundidad se profundiza a lo largo del eje vertical, y 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, y una unidad 640 de codificación que tiene un tamaño de 8x8 y una profundidad de 3 existen. La unidad 640 de codificación que tiene el tamaño de 8x8 y la profundidad de 3 es una unidad de codificación mínima.

20 La unidad de predicción y las particiones de una unidad de codificación se disponen 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.

25 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, o particiones 626 que tienen un tamaño de 16x16.

30 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, particiones 632 que tienen un tamaño de 16x8, particiones 634 que tienen un tamaño de 8x16, o particiones 636 que tienen un tamaño de 8x8.

35 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, particiones 642 que tienen un tamaño de 8x4, particiones 644 que tienen un tamaño de 4x8, o particiones 646 que tienen un tamaño de 4x4.

40 Con el fin de determinar la al menos una profundidad codificada de las unidades de codificación que constituyen la unidad 610 de codificación máxima, el codificador 120 del aparato 100 de codificación de video realiza la codificación para las unidades de codificación correspondientes en cada profundidad incluida en la unidad 610 de codificación máxima.

45 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 conforme la profundidad profundiza. Por ejemplo, cuatro unidades de codificación que corresponden a una profundidad de 2 se requieren para cubrir los datos que se incluyen en una unidad de codificación correspondiente a una profundidad 1. Por consiguiente, con el fin de comprar los resultados de codificación en los mismos datos de acuerdo con las profundidades, la unidad de codificación correspondiente a la profundidad de 1 y cuatro unidades de codificación correspondientes de 2 se codifican cada una.

50 Con el fin de realizar la codificación para una profundidad actual de entre las profundidades, al menos el error de codificación puede seleccionarse de 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. De manera alternativa, el error de codificación mínimo puede buscarse para compararlos los menos errores de codificación de acuerdo con las profundidades, realizando la codificación para cada profundidad conforme la profundidad profundiza a lo largo del eje vertical de la estructura 600 jerárquica. Una profundidad y una partición que tienen el error mínimo de codificación en la unidad 610 de codificación puede seleccionarse como la profundidad codificada y un tipo de partición de la unidad 610 de codificación.

La figura 19 es un diagrama para describir una relación entre una unidad 710 de codificación y unidades de 720

transformación, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

El aparato 100 de codificación de vídeo o el aparato 200 de decodificación de vídeo codifica o decodifica una imagen de acuerdo con las unidades de que tienen tamaños más pequeños o iguales que una unidad de codificación máxima para cada unidad de codificación máxima. Los tamaños de las unidades de transformación para la transformación durante la codificación pueden seleccionarse basándose en unidades de datos que no son más grandes que la unidad de codificación correspondiente.

5

Por ejemplo, en el aparato 100 de codificación de vídeo o el aparato 200 de decodificación de codificación de vídeo, si un tamaño de una unidad 710 de codificación es de 64x64, la transformación puede realizarse usando las unidades 720 de transformación que tienen un tamaño de 32x32.

10 También, los datos de la unidad 710 de codificación que tiene el tamaño de 64x64 pueden codificarse realizando la transformación sobre cada una de las unidades de transformación que tienen el tamaño de 32x32, 16x16, 8x8, y 4x4, que son similares que 64x64, y entonces una unidad de transformación que tiene al menos el error de código puede seleccionarse.

15 La figura 20 es un diagrama para describir información de codificación de unidades de codificación que corresponde a una profundidad codificada, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

La unidad 130 de salida del aparato 100 de codificación de vídeo puede codificar y transmitir la información 800 sobre un tipo de partición, la información 810 sobre un modo de predicción, y la información 820 sobre un tamaño de una unidad de transformación para cada unidad de codificación correspondiente a una profundidad codificada, como información acerca de un modo de codificación.

20 La información 800 representa la información acerca de una forma de una partición obtenida separando una unidad de predicción de una unidad de codificación actual, en la que la partición es una unidad de datos para codificación de predicción de la unidad de codificación actual. Por ejemplo, una unidad CU\_0 de codificación actual que tiene un tamaño de 2Nx2N puede dividirse en cualquiera de entre una partición 802 que tiene un tamaño de 2Nx2N, una partición 804 que tienen el tamaño de 2NxN, una partición 806 que tienen el tamaño de Nx2N, y una partición 808 que tiene un tamaño de NxN. Aquí, la información 800 acerca de un tipo de partición se establece para indicar una de entre la partición 804 que tiene un tamaño de 2NxN, una partición 806 que tienen el tamaño de Nx2N, y una partición 808 que tiene un tamaño de NxN.

25

La información 810 representa un modo de predicción de cada partición. Por ejemplo, la información 810 puede indicar un modo de codificación de predicción realizado en una partición representada por la información 800, es decir, un intramodo 812, un intermodo 814, o un modo 816 de salto.

30

La información 820 representa una unidad de transformación en la que se basará cuando la transformación se realiza sobre una unidad de codificación actual. Por ejemplo, la unidad de transformación puede ser una primera unidad 822 de intratransformación, una segunda unidad 824 de intratransformación, una primera unidad 826 de intertransformación, o una segunda unidad 828 de intertransformación.

35 El receptor y extractor 220 del aparato 200 de codificación de vídeo puede extraer y usar la información 800, 810, y 820 para decodificación, de acuerdo con cada unidad de codificación más profunda.

La figura 21 es un diagrama unidades de codificación más profundas de acuerdo con las profundidades, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

40 La información dividida puede usarse para indicar un cambio de una profundidad. La información dividida representa 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 predecir la codificación de una unidad 900 de codificación que tiene una profundidad de 0 y un tamaño de 2N\_0x2N\_0 pueden incluir particiones de un tipo 912 que tienen un tamaño de 2N\_0x2N\_0, un tipo 914 de partición que tiene un tamaño de 2N\_0xN\_0, un tipo 916 de partición que tiene un tamaño de N\_0x2N\_0, un tipo 918 de partición que tiene un tamaño de N\_0xN\_0. La figura 9 solo ilustra los tipos 912 a 918 de partición que se obtienen por dividir de manera simétrica la unidad 910 de predicción, pero un tipo de partición no se limita 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.

45

La codificación de la predicción se realiza repetidamente en una partición que tiene un tamaño de 2N\_0x2N\_0, dos particiones que tienen el tamaño de 2N\_0xN\_0, dos particiones que tienen el tamaño de N\_0x2N\_0, y cuatro particiones que tienen un tamaño de N\_0xN\_0, de acuerdo con cada tipo de partición. La codificación de la predicción en un intramodo y en un intermodo puede realizarse sobre las particiones que tienen los tamaños de 2N\_0x2N\_0, N\_0x2N\_0, 2N\_0xN\_0, y N\_0xN\_0. La codificación de la predicción en un modo de salto se realiza solo sobre la partición que tiene el tamaño de 2N\_0x2N\_0.

50

Los errores de codificación que incluyen la codificación de predicción en los tipos 912 a 918 de partición se comparan, y el menor error de codificación se determina entre los tipos de partición. Si un error de codificación es el menor en uno de los tipos 912 a 916 de partición, la unidad 910 de predicción puede no dividirse en una profundidad inferior.

- 5 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 la codificación se realiza de manera repetida sobre 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.

- 10 Una unidad 940 de predicción para la codificación de la predicción de 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  $N_1 \times N_1$ .

- 15 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 la codificación se realiza de manera repetida sobre 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.

- 20 Cuando una profundidad máxima es  $d$ , las unidades de codificación de acuerdo con las profundidades pueden asignarse hasta cuando una profundidad se convierte en  $d-1$ , y la información dividida puede codificarse como hasta cuando una profundidad es uno de entre 0 a  $d-2$ . En otras palabras, cuando la codificación se realiza hasta cuando la profundidad es  $d-1$  después de que una unidad de codificación correspondiente a una profundidad de  $d-2$  se divide en la operación 970, una unidad 990 de predicción para la codificación de predicción de 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  $N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$ , un tipo 998 de partición que tiene un tamaño de  $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$ .

- 25 La codificación de la predicción puede realizarse de manera repetida sobre 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.

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

- 35 Una unidad 999 de datos puede ser una "unidad mínima" para la unidad de codificación máxima actual. Una unidad mínima de acuerdo con un ejemplo de la presente invención puede ser una unidad de datos rectangular obtenida dividiendo una unidad 980 de codificación mínima entre 4. Realizando la codificación de manera repetida, el aparato 100 de codificación de vídeo puede seleccionar una profundidad que tiene el menor 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 y un modo de predicción correspondiente como un modo de codificación de la profundidad codificada.

- 40 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 menor 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, ya que una unidad de codificación se divide desde una profundidad de 0 a una profundidad codificada, solo la información dividida de la profundidad codificada se establece en 0, y la información dividida de las profundidades que excluyen la profundidad codificada se establece en 1.

- 45 El receptor y el extractor 220 del aparato 200 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 codificar la partición 912. El aparato 200 de decodificación de vídeo puede determinar una profundidad, en la que la información dividida es 0, como una profundidad codificada usando la información dividida de acuerdo con las profundidades, y usa información acerca de un modo de codificación de la profundidad correspondiente para decodificación.

- 50 Las figuras 22 a 24 son diagramas para describir una relación entre unidades 1010 de codificación, unidades 1060 de predicción, y las unidades 1070 de transformación, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

5 Las unidades 1010 de codificación son unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, que corresponde a las profanidades codificadas determinadas por el aparato 100 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.

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 son 4.

10 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.

15 La transformación o la transformación inversa se realiza sobre los datos de una 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 unidades 1060 de predicción en términos de tamaños y formas. En otras palabras, los aparatos 100 y 200 de codificación y decodificación de vídeo puede realizar intrapredicción, estimación de movimiento, compensación de movimiento, transformación, y transformación inversa individualmente sobre una unidad de datos en la misma unidad de codificación.

20 Por consiguiente, la codificación se realiza de manera recursiva sobre cada una de las unidades de codificación que tiene una estructura jerárquica en cada región de una unidad de codificación máxima para determinar una unidad de codificación óptima, y, por lo tanto, las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol recursiva pueden obtenerse. La información de codificación puede incluir información dividida 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 1 muestra la información de codificación que se puede establecer por los aparatos 100 y 200 de codificación y decodificación de vídeo.

30

Tabla 1

Información dividida 0 (Codificación en la unidad de codificación que tiene el tamaño de $2N \times 2N$ y la profundidad actual de $d$ )					Información dividida 1
Predicción	Tipo de partición		Tamaño de la unidad de transformación		Codificar repetidamente las unidades que tienen una profundidad de $d+1$
Modo					
Intra	Tipo de partición simétrico	Tipo de partición asimétrico	Información dividida 0 de	Información dividida 1 de	
			Unidad de transformación	Unidad de transformación	
Inter				$N \times N$	
Salto (Solo $2N \times 2N$ )	$2N \times 2N$	$2N \times nU$	$2N \times 2N$	(Tipo de partición simétrico)	
	$2N \times N$	$2N \times nD$		simétrico)	
	$N \times 2N$	$nL \times 2N$		$N/2 \times N/2$	
	$N \times N$	$nR \times 2N$		(Tipo de partición asimétrico)	

5 La unidad 130 de salida del aparato 100 de codificación de vídeo puede generar la información de codificación acerca de las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, y el receptor y extractor 220 del aparato 200 de decodificación de vídeo puede extraer la información de codificación acerca de las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol de un flujo de bits recibido.

10 La información dividida representa si una unidad de codificación actual se divide en unidades de codificación de una profundidad inferior. Si la información dividida de una profundidad  $d$  actual 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 información acerca de un tipo de partición, el 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 dividida, la codificación se realiza de manera independiente sobre cuatro unidades de codificación dividida de una profundidad inferior.

15 Un modo de predicción puede ser un intramodo, un intermodo, o un modo de salto. El intramodo y el intermodo puede definirse en todos los tipos de partición, y el modo de salto se define solo 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 simétricos que tienen tamaños de  $2N \times 2N$ ,  $2N \times N$ ,  $N \times 2N$ , y  $N \times N$ , que se obtienen dividiendo de manera simétrica una altura o un ancho de una unidad de predicción, y un tipo de partición asimétrico que tiene tamaños de  $2N \times nU$ ,  $2N \times nD$ ,  $nL \times 2N$ , y  $nR \times 2N$ , que se obtienen dividiendo de manera asimétrica la altura o el ancho 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 el ancho de la unidad de predicción en 1:3 y 3:1

25 El tamaño de la unidad de transformación puede establecerse en dos tipos en el intramodo y dos tipos en el intermodo. En otras palabras, si la información dividida 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 dividida

de la unidad de transformación es 1, las unidades de transformación se pueden obtener 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  $N/2 \times N/2$ .

La información de codificación sobre 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 entre una unidad de predicción y una unidad mínima que contiene la misma información de codificación.

Por consiguiente, se determina si las unidades de datos adyacentes se incluyen en la misma unidad de codificación que corresponde a la profundidad codificada comparando la información de codificación de las unidades de datos adyacentes. También, se determina una unidad de codificación que corresponde a una profundidad codificada utilizando 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 se predice una unidad de codificación actual basada en información de codificación de unidades de datos adyacentes, la información de codificación de unidades de datos en unidades de codificación más profundas adyacentes a la unidad de codificación actual puede denominarse y usarse directamente.

De manera alternativa, si se predice una unidad de codificación actual basada en información de codificación de 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 a las unidades de codificación adyacentes buscadas pueden hacerse referencia para predecir la unidad de codificación actual.

La figura 25 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 la información del modo de codificación de la tabla 1.

Una unidad 1300 de codificación máxima incluye las unidades 1302, 1304, 1306, 1312, 1314, 1316 y 1318 de codificación de profundidades codificadas. Aquí, ya que la unidad 1318 de codificación es una unidad de codificación de una profundidad codificada, la información dividida puede establecerse en 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 ser uno de entre un tipo 1322 de partición que tiene un tamaño de  $2N \times 2N$ , un tipo 1324 de 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  $nL \times 2N$ , un tipo 1338 de partición que tiene un tamaño de  $nR \times 2N$ .

La información dividida (indicador de tamaño TU) de una unidad de transformación es una especie de un índice de transformación, y el tamaño de una unidad de transformación que corresponde al índice de transformación puede variar de acuerdo con un tipo de unidad de predicción o un tipo de partición de una unidad de codificación.

Por ejemplo, cuando el tipo de partición se establece como simétrico, es decir, el tipo 1322, 1324, 1326, 1328 de partición, una unidad 1342 de transformación que tiene un tamaño de  $2N \times 2N$  se establece si un indicador de tamaño TU es 0, y una unidad 1344 de transformación que tiene un tamaño de  $N \times N$  se establece si un indicador de tamaño TU es 1.

Cuando el tipo de partición se establece como simétrico, es decir, el tipo 1332, 1334, 1336, 1338, de partición, una unidad 1352 de transformación que tiene un tamaño de  $2N \times 2N$  se establece si un indicador de tamaño TU es 0, y una unidad 1354 de transformación que tiene un tamaño de  $N/2 \times N/2$  se establece si un indicador de tamaño TU es 1.

En referencia a la figura 21, el indicador de tamaño TU es un indicador que tiene un valor 0 o 1, pero el indicador de tamaño TU no se limita a 1 bit, y una unidad de transformación puede dividirse jerárquicamente teniendo una estructura de árbol mientras que el indicador de tamaño TU aumenta de 0. El indicador de tamaño TU puede usarse como un ejemplo de un índice de transformación.

En este caso, el tamaño de una unidad de transformación que se ha usado realmente puede expresarse usando un indicador de tamaño TU de una unidad de transformación, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención, junto con un tamaño máximo y un tamaño mínimo de la unidad de transformación. De acuerdo con un ejemplo de la presente invención, el aparato 100 de codificación de vídeo es capaz de codificar la unidad la información de tamaño de la unidad de transformación máxima, la información de tamaño de la unidad de transformación mínima, y un indicador de tamaño TU máximo. El resultado de codificación de la información de tamaño de la unidad de transformación máxima, la información de tamaño de la unidad de transformación mínima, y el indicador de tamaño TU máximo puede insertarse en un SPS. De acuerdo con un ejemplo de la presente invención, el aparato 200 de decodificación de vídeo puede decodificar vídeo usando la información de tamaño de la unidad de transformación máxima, la información de tamaño de la unidad de transformación mínima, y el indicador de tamaño TU máximo.

Por ejemplo, (a) si el tamaño de una unidad de codificación actual es 64x64 y un tamaño de unidad de transformación máximo es 32x32, entonces (a-1) el tamaño de una unidad de transformación puede ser 32x32 cuando un indicador de tamaño TU es 0, (a-2) puede ser 16x16 cuando el indicador de tamaño TU es 1, y (a-3) puede ser 8x8 cuando el indicador de tamaño TU es 2.

5 Como otro ejemplo, (b) si el tamaño de una unidad de codificación actual es 32x32 y un tamaño de unidad de transformación mínimo es 32x32, entonces (b-1) el tamaño de la unidad de transformación puede ser 32x32 cuando el indicador de tamaño TU es 0. Aquí, el indicador de tamaño TU no se puede establecer en un valor distinto de 0, ya que el tamaño de la unidad de transformación no puede ser menor de 32x32.

10 Como otro ejemplo, (c) si el tamaño de la unidad de codificación actual es 64x64 y un indicador de tamaño TU máximo es 1, entonces el indicador de tamaño TU puede ser 0 o 1. Aquí, el indicador de tamaño TU no se puede establecer en un valor distinto de 0 o 1.

15 De esta manera, si se define que el indicador de tamaño TU máximo es "MaxTransformSizeIndex", un tamaño de unidad de transformación mínimo es "MinTransformSize", y un tamaño de unidad de transformación raíz es "RootTuSize" cuando el indicador de tamaño TU es 0, entonces un tamaño de unidad de transformación mínimo actual "CurrMinTuSize" que se puede determinar en una unidad de codificación actual, puede definirse por la ecuación (1):

$$\text{CurrMinTuSize} = \max(\text{MinTransformSize}, \text{RootTuSize} / (2^{\wedge} \text{MaxTransformSizeIndex}))$$

..... (1)

20 Comparado con el tamaño de unidad de transformación mínimo "CurrMinTuSize" que se puede determinar en la unidad de codificación actual, el tamaño de la unidad de transformación raíz "RootTuSize" puede indicar un tamaño de unidad de transformación máximo que puede seleccionarse en el sistema. En la ecuación (1), 'RootTuSize / (2 ^ MaxTransformSizeIndex)' indica un tamaño de la unidad de transformación cuando el tamaño de la unidad de transformación raíz "RootTuSize" se divide en un número de veces que corresponde al indicador de tamaño TU máximo, y "MinTransformSize" indica un tamaño de transformación mínimo. De esta manera, un valor más pequeño de entre "RootTuSize/(2^MaxTransformSizeIndex)" y "MinTransformSize" puede ser el tamaño de unidad de transformación mínimo actual "CurrMinTuSize" que se puede determinar en la unidad de codificación actual.

De acuerdo con un ejemplo de la presente invención, el tamaño de unidad de transformación raíz "RootTuSize" puede variar de acuerdo con el tipo de un modo de predicción.

30 Por ejemplo, si un modo de predicción actual es un intermodo, entonces "RootTuSize" puede determinarse usando la ecuación (2) siguiente. En la ecuación (2), "MaxTransformSize" indica un tamaño de unidad máximo, y 'PUSize' indica un tamaño de unidad de predicción actual.

$$\text{RootTuSize} = \min(\text{MaxTransformSize}, \text{PUSize}).....(2)$$

35 Es decir, si el modo de predicción actual es el intermodo, el tamaño de la unidad de transformación raíz "RootTuSize" cuando el indicador de tamaño TU es 0 puede ser un valor menor de entre el tamaño de la unidad de transformación máximo y el tamaño de la unidad de predicción actual.

Si un modo de predicción de una unidad de partición actual es un intramodo, "RootTuSize" puede determinarse usando la ecuación (3) siguiente. En la ecuación (3), 'PartitionSize' indica el tamaño de la unidad de partición actual.

$$\text{RootTuSize} = \min(\text{MaxTransformSize}, \text{PartitionSize}).....(3)$$

40 Es decir, si el modo de predicción actual es el intramodo, el tamaño de la unidad de transformación raíz "RootTuSize" puede ser un valor menor de entre el tamaño de la unidad de transformación máximo y el tamaño de la unidad de partición actual.

Sin embargo, el tamaño de la unidad de transformación máximo actual que varía de acuerdo con el tipo de un modo de predicción en una unidad de partición, el tamaño de la unidad de transformación raíz "RootTuSize", es solo un ejemplo y la presente invención no se limita a los mismos.

45 La figura 26 es un diagrama de flujo de un procedimiento de codificación de vídeo que usa un filtro de interpolación de suavizado basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

50 En la operación 2610, con el fin de codificar una imagen actual de un vídeo de entrada, la imagen actual se divide en al menos una unidad de codificación máxima. Cada una de al menos una región dividida, que se obtiene dividiendo una región de cada unidad de codificación máxima de acuerdo con las profundidades, puede codificarse. Con el fin de codificar cada región dividida en función de las profundidades, la transformación y la cuantificación se realizan en un resultado de interpredicción basándose en una interpolación de unidad sub-pel, y la intrapredicción.

- 5 Aquí, una profundidad dividida para generar un resultado de codificación final de acuerdo con la al menos una región dividida puede determinarse comparando los resultados de las regiones de codificación de acuerdo con las profundidades, y las unidades de codificación incluidas en una unidad de codificación máxima actual que tiene una estructura de árbol puede determinarse. Al igual que las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, las unidades de transformación que tienen una estructura de árbol pueden determinarse. En otras palabras, como resultado de codificación de una imagen, al igual que las unidades de codificación determinadas que tienen una estructura de árbol, un resultado de codificación de las unidades de transformación que tienen una estructura de árbol puede generarse como datos codificados de la imagen.
- 10 La interpredicción puede realizarse sobre cada unidad de predicción o partición de unidad de codificación. El movimiento de una unidad de predicción actual o partición puede predecirse con referencia a los píxeles generados por la interpolación de unidad sub-pel. De entre los filtros de interpolación para generar un valor de píxel de unidad sub-pel, un filtro de interpolación se selecciona de diferente manera basándose en la ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad. Con el fin de realizar de manera eficaz la interpolación de la imagen, Los coeficientes del filtro de interpolación pueden determinarse selectivamente.
- 15 De entre los coeficientes de filtro de interpolación previamente almacenados en memoria, un filtro de interpolación deseado puede seleccionarse de acuerdo con una ubicación de interpolación de unidad sub-pel, una suavidad, el número de tomas de filtro, una profundidad de bits, un factor de escala, una función básica del filtrado de interpolación basada en la transformación, y un componente de color, y la interpolación se puede realizar para generar el valor de píxeles de unidad sub-pel.
- 20 En la operación 2620, los datos de imagen obtenidos como el resultado de codificación final de acuerdo con la al menos una región dividida de cada unidad de codificación máxima, y la información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación se generan como flujo de bits.
- 25 La información acerca del modo de codificación puede incluir información acerca de la profundidad codificada o información dividida, la información acerca de un tipo de partición de una unidad de predicción, la información acerca de un modo de predicción, y la información acerca de una estructura de árbol de las unidades de transformación. La información de codificación puede incluir información sobre un filtro de interpolación utilizado para realizar una codificación de predicción de unidad sub-pel. La información codificada sobre el modo de codificación puede transmitirse a un aparato de decodificación junto con los datos de imagen codificados.
- 30 La figura 27 es un diagrama de flujo de un procedimiento de decodificación de vídeo que usa un filtro de interpolación de suavizado basándose en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.
- En la operación 2710, se recibe y analiza un flujo de bits de un vídeo codificado.
- 35 En la operación 2720, los datos de imagen codificados de una imagen actual asignados a una unidad de codificación máxima, y la información acerca de una profundidad codificada y un modo de codificación de acuerdo con las unidades de codificación máxima se extraen del flujo de bits analizado. La información acerca de un filtro de interpolación necesario para realizar la compensación de movimiento de unidad sub-pel puede extraerse de la información de codificación.
- 40 La información acerca de la profundidad codificada y del modo de codificación se puede extraer de la información de codificación. De acuerdo con la información acerca de la profundidad codificada y del modo de codificación, una unidad de codificación máxima se puede dividir en unidades de codificación que tienen una estructura de árbol. También, de acuerdo con la información acerca de una estructura de árbol de las unidades de transformación incluidas en la información extraída, las unidades de transformación que tienen una estructura de árbol de acuerdo con las profundidades de transformación en las unidades de codificación pueden determinarse.
- 45 En la operación 2730, utilizando la información acerca de la profundidad codificada y el modo de codificación de acuerdo con cada unidad de codificación máxima, los datos de imagen de cada unidad de codificación máxima pueden descodificarse basándose en las unidades de codificación que tienen una estructura de árbol, unidades de predicción, y las unidades de transformación que tienen una estructura de árbol. Ya que una unidad de codificación actual se decodifica basándose en la información acerca de la profundidad codificada, y el modo de codificación, una unidad de codificación actual puede transformarse de manera inversa usando una unidad de transformación determinada de entre la cantidad de unidades de transformación que tienen una estructura en árbol.
- 50 Los datos de imagen codificados pueden decodificarse por la realización de diversas operaciones de decodificación tales como la compensación del movimiento y la intrapredicción sobre cada unidad de predicción o partición de la unidad de codificación basándose en el modo de codificación.
- 55 Específicamente, si los datos residuales codificados y los datos de referencia se extraen basándose en los píxeles interpolados extraídos en una unidad sub-pel, la compensación de movimiento sobre una unidad de predicción actual puede realizarse basándose en los píxeles interpolados en las unidades sub-pel. De entre los filtros de interpolación para generar un valor de píxel de unidad sub-pel, un filtro de interpolación puede seleccionarse de

diferente manera basándose en la ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad.

Con el fin de realizar de manera eficaz la interpolación de la imagen, los coeficientes del filtro de interpolación pueden determinarse selectivamente. De entre los coeficientes de filtro de interpolación previamente almacenados en memoria, un filtro de interpolación deseado puede seleccionarse de acuerdo con una ubicación de interpolación de unidad sub-pel, una suavidad, el número de tomas de filtro, una profundidad de bits, un factor de escala, una función básica del filtrado de interpolación basada en la transformación, y un componente de color, y la interpolación se puede realizar para generar el valor de píxeles de unidad sub-pel.

Una imagen de referencia y una región de referencia se determinan usando los datos de referencia, y el valor de píxel de unidad sub-pel puede generarse realizando el filtrado de interpolación sobre dos o más píxeles de referencia de unidad pel entera de la imagen de referencia. La compensación de movimiento puede realizarse sobre la unidad de predicción actual o la partición actual combinando el valor de píxel de unidad sub-pel y los datos residuales, y así puede realizarse la decodificación de predicción.

Como cada unidad de codificación máxima se decodifica, los datos de imagen en un ámbito espacial pueden reconstruirse, y una imagen y un vídeo que son una secuencia de imagen pueden reconstruirse. El vídeo reconstruido puede reproducirse por un aparato de reproducción, pueden almacenarse en un medio de almacenamiento, o puede transmitirse en una red.

Los ejemplos de la presente invención pueden escribirse como programas informáticos y pueden implementarse en ordenadores digitales de uso general que ejecuten los programas usando un medio de grabación legible por ordenador. Los ejemplos de medios de grabación legibles por ordenador incluyen medios de almacenamiento magnético (por ejemplo, ROM, disquetes, discos duros, etc.) y medios de grabación óptica (por ejemplo, CD-ROM, o DVD).

Los siguientes párrafos numerados definen aspectos o ejemplos adicionales de la invención que son útiles para la comprensión.

1. Un procedimiento de interpolación de una imagen en consideración de la suavidad, comprendiendo el procedimiento:

seleccionar de manera diferente un filtro de interpolación basándose en una ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad de entre filtros de interpolación para generar al menos un valor de píxel de unidad sub-pel ubicado entre los píxeles de unidad pel entera; y generar el al menos un valor de unidad sub-pel interpolando los valores de píxel de los píxeles de unidad pel entera usando el filtro de interpolación seleccionado.

2. El procedimiento del párrafo 1, en el que el filtro de interpolación incluye coeficientes de filtro para transformar los píxeles de unidad pel entera basándose en una pluralidad de funciones básicas y transformar inversamente una pluralidad de coeficientes generados como un resultado de la transformación.

3. El procedimiento del párrafo 1, en el que el filtro de interpolación incluye coeficientes de filtro que tienen la suavidad determinada basándose en una distancia entre la ubicación de interpolación y los píxeles de unidad pel entera.

4. El procedimiento del párrafo 1, en el que los filtros de interpolación incluyen coeficientes de filtro que tienen la suavidad determinada basándose en la distancia entre la ubicación de interpolación y los píxeles de unidad pel entera adyacente a la ubicación de interpolación.

5. El procedimiento del párrafo 2, en el que, con el fin de interpolar los píxeles de unidad pel entera en un ámbito espacial, el filtro de interpolación incluye coeficientes de filtro obtenidos por la combinación de un filtro para realizar la transformación y la transformación inversa usando la pluralidad de funciones básicas, y una función de ventana, y en el que la función de ventana es simétrica con respecto a la ubicación de interpolación.

6. El procedimiento del párrafo 2, en el que, con el fin de interpolar los píxeles de unidad pel entera en un ámbito espacial, el filtro de interpolación incluye coeficientes de filtro obtenidos por la combinación de un filtro para realizar la transformación y la transformación inversa usando la pluralidad de funciones básicas, y un parámetro de suavizado, y en el que los parámetros de suavizado controlan al menos uno de entre una velocidad de suavizado y un intervalo de suavizado.

7. El procedimiento del párrafo 2, en el que el filtro de interpolación incluye coeficientes de filtro para píxeles de unidad pel entera límite de suavizado más fuertemente basándose en una condición límite de una función spline como una función básica.

8. El procedimiento del párrafo 2, en el que el filtro de interpolación incluye coeficientes de filtro para maximizar una respuesta de baja frecuencia del filtro de interpolación basándose en una función polinómica como una función

básica.

- 5 9. El procedimiento del párrafo 1, en el que la selección del filtro de interpolación comprende seleccionar un filtro de interpolación que incluye coeficientes de filtro escalados a números enteros, de entre los filtros de interpolación, y en el que la generación del al menos un valor de unidad sub-pel comprende normalizar el al menos un valor de píxel de unidad sub-pel generado por el uso del filtro de interpolación seleccionado, basándose en un factor de escala.
- 10 10. El procedimiento del párrafo 1, en el que la selección del filtro de interpolación comprende, con el fin de interpolar un píxel de color, seleccionar un filtro de interpolación que tiene una suavidad más fuerte que un filtro de interpolación para un píxel de brillo, de entre los filtros de interpolación, y en el que la generación del al menos un valor de píxel de unidad sub-pel comprende generar el al menos un valor de unidad sub-pel usando un filtro de interpolación seleccionado de manera diferente de acuerdo con el píxel de color y el píxel de brillo.
- 15 11. El procedimiento del párrafo 1, en el que los filtros de interpolación comprenden al menos uno de entre(i) un filtro de interpolación de 1/4 de unidad pel de 8 tomas que tiene un factor de escala de 26 y que incluye coeficientes {-1,4, -10, 57, 19, -7, 3, -1} de filtro, (ii) un filtro de interpolación de 1/2 de unidad pel de 8 tomas que tiene un factor de escala de 26 y que incluye coeficientes {-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1} de filtro, (iii) un filtro de interpolación de 1/8 de unidad pel de 4 tomas que tiene un factor de escala de 26 y que incluye coeficientes {-3, 60, 8, -1} de filtro, (iv) un filtro de interpolación de 1/4 de unidad pel de 4 tomas que tiene un factor de escala de 26 y que incluye coeficientes {-4, 54, 16, -2} de filtro, (v) un filtro de interpolación de 3/8 de unidad pel de 4 tomas que tiene un factor de escala de 26 y que incluye coeficientes {-5, 46, 27, -4} de filtro, y (vi) un filtro de interpolación de 1/2 de unidad pel de 4 tomas que tiene un factor de escala de 26 y que incluye coeficientes {-4, 36, 36, -4} de filtro.
- 20 12. El procedimiento del párrafo 1, que comprende:  
 por un codificador de vídeo, seleccionar de diferente manera un filtro de interpolación sobre una ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad de entre los filtros de interpolación almacenados en el codificador de vídeo, con respecto a cada bloque de una imagen de entrada, realizar la codificación de predicción para generar el al menos un valor de píxel de unidad sub-pel interpolando los valores de píxeles de píxeles de unidad pel entera usando el filtro de interpolación seleccionado, y realizar la transformación y la cuantificación sobre un resultado de predicción de la codificación de predicción; y emitir un flujo de bits generado por la realización de la codificación de entropía sobre coeficientes de transformación cuantificados e información de codificación.
- 25 13. El procedimiento del párrafo 1, que comprende:  
 por un decodificador de vídeo, recibir un flujo de bits codificados de un vídeo y extraer la información de codificación y los datos codificados de una imagen de vídeo por la realización de la decodificación de entropía y el análisis sobre el flujo de bits; y realizar la cuantificación inversa y la transformación inversa sobre los coeficientes de transformación cuantificados de los datos codificados de un bloque actual de la imagen, seleccionando de diferente manera un filtro de interpolación sobre una ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad de entre los filtros de interpolación almacenados en el decodificador de vídeo, que realiza la decodificación de predicción para generar el al menos un valor de píxel de unidad sub-pel interpolando los valores de píxeles de píxeles de unidad pel entera usando el filtro de interpolación seleccionado, y reconstruir la imagen.
- 30 14. Un aparato para interpolar una imagen en consideración de la suavidad, comprendiendo el aparato:  
 un filtro selector para seleccionar de manera diferente un filtro de interpolación basándose en una ubicación de interpolación de unidad sub-pel y una suavidad de entre filtros de interpolación para generar al menos un valor de píxel de unidad sub-pel ubicado entre los píxeles de unidad pel entera; y un interpolador para generar el al menos un valor de unidad sub-pel interpolando los valores de píxel de los píxeles de unidad pel entera usando el filtro de interpolación seleccionado.
- 35 40 15. Un medio de grabación legible por ordenador que tiene grabado en él un programa informático para ejecutar el procedimiento del párrafo 1.
- 45

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para la compensación de movimiento, comprendiendo el aparato:

un selector de filtro que está configurado para seleccionar un filtro de 8 tomas de interpolación de muestras de brillo, y

5 un interpolador que está configurado para determinar, en una imagen de referencia de brillo, un bloque de referencia de brillo para la predicción de un bloque actual, usando un vector de movimiento de brillo del bloque actual, y generar una muestra de brillo de una ubicación de 1/2 píxel incluida en el bloque de referencia de brillo aplicando el filtro de 8 tomas a muestras de brillo de una ubicación de píxel entero de la imagen de referencia de brillo,

10 en el que el selector de filtro selecciona un filtro para la interpolación de muestras de color, el interpolador determina, en una imagen de referencia de color, un bloque de referencia de color para la predicción del bloque actual, usando un vector de movimiento de color del bloque actual, y generar una muestra de color de la ubicación de 1/2 píxel incluida en el bloque de referencia de color aplicando el filtro a muestras de color de una ubicación de píxel entero de la imagen de referencia de color,

15 el filtro de 8 tomas comprende ocho coeficientes de filtro para generar la muestra de brillo de la ubicación de 1/2 píxel, que son {-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1}.

2. El aparato según la reivindicación 1, en el que la unidad de filtrado de interpolación de brillo está configurada para escalar la muestra de brillo generada aplicando el filtro de 8 tomas que usa un factor de escala de brillo de 64 con el fin de reconstruir una profundidad de bits de la muestra de brillo.

20

FIG. 1

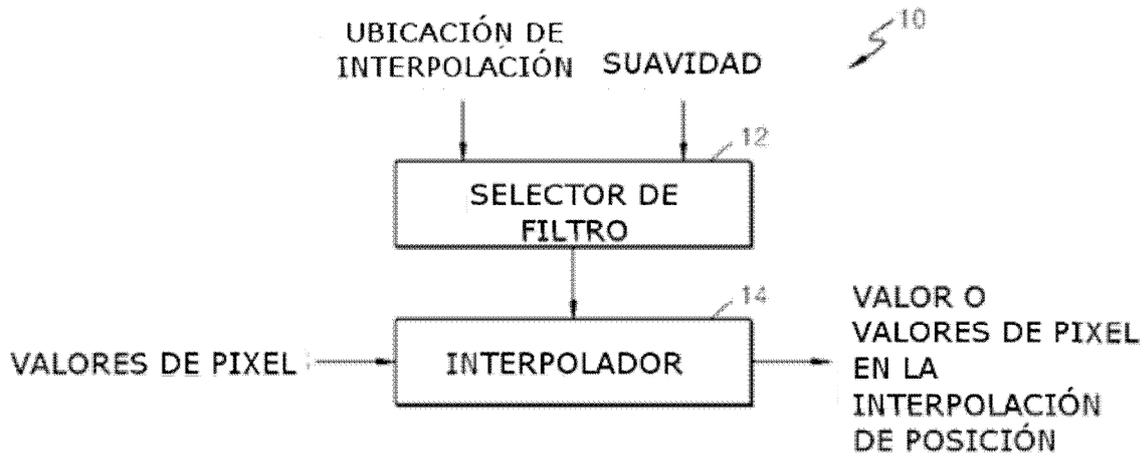


FIG. 2

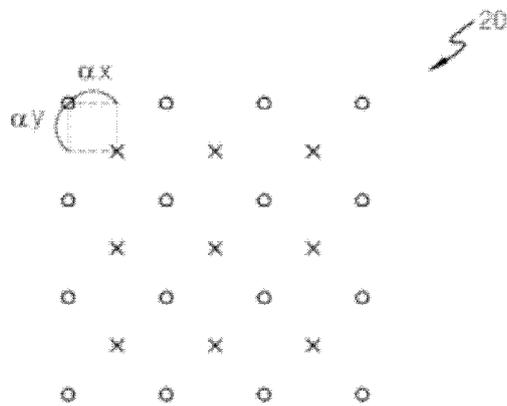


FIG. 3

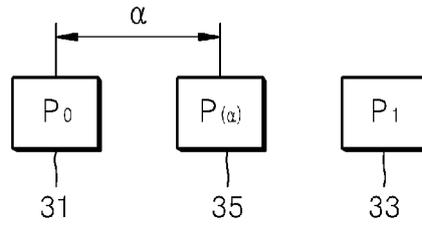


FIG. 4A

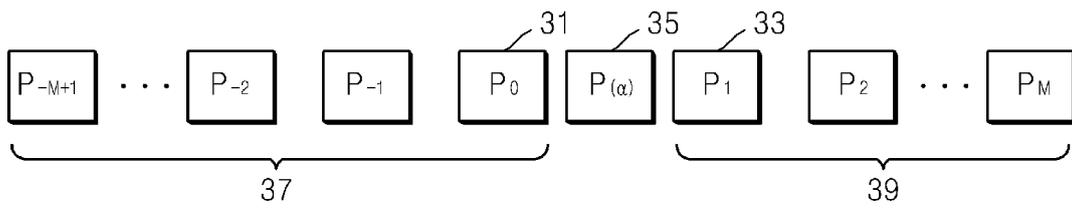


FIG. 4B

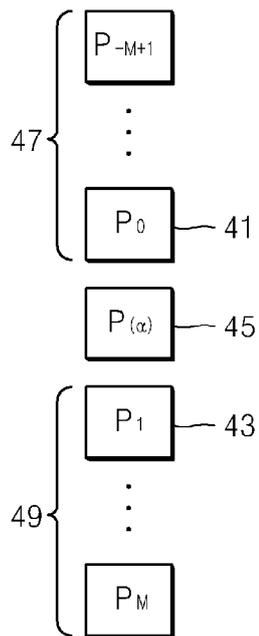


FIG. 4C

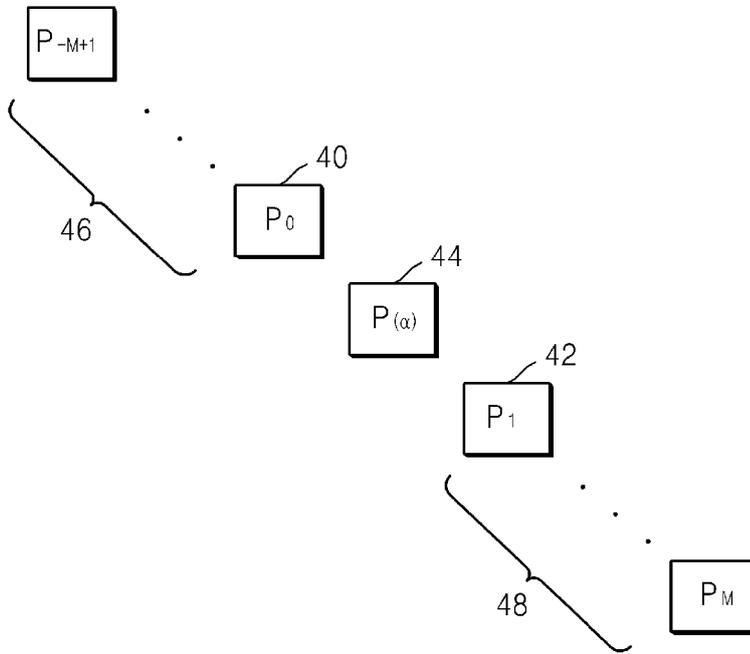


FIG. 5

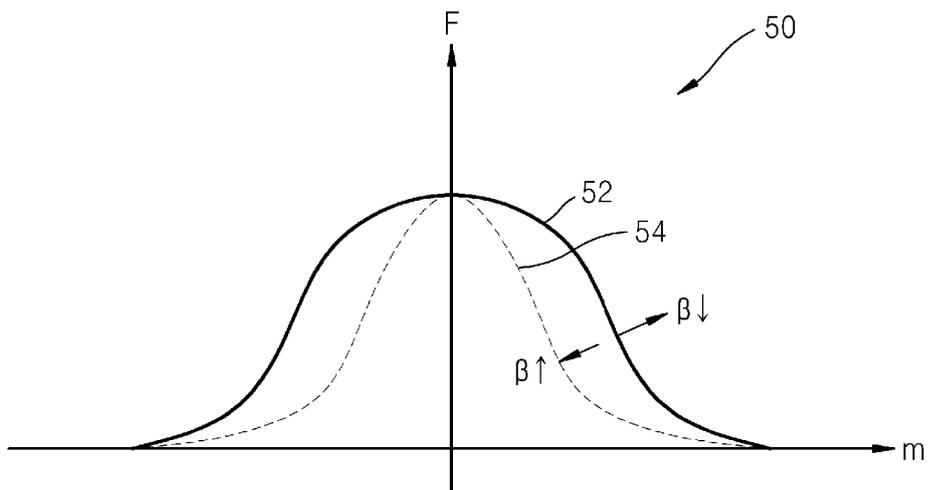


FIG. 6

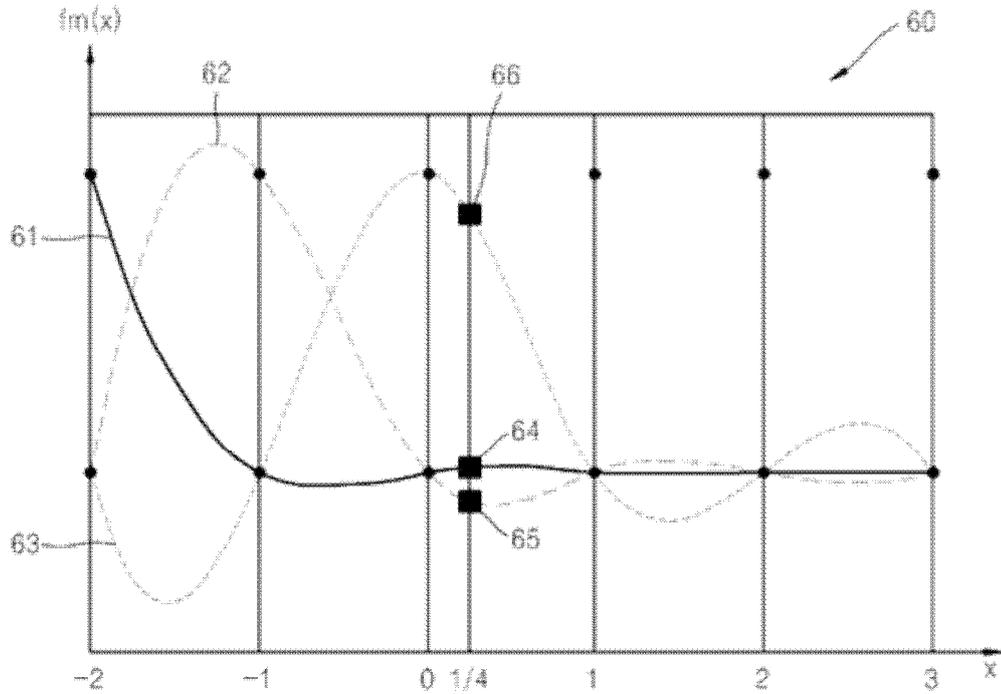


FIG. 7

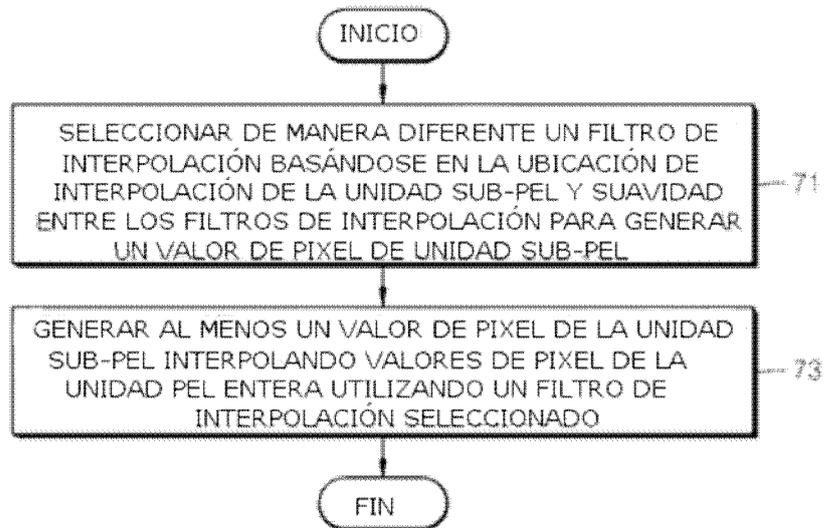


FIG. 8A

$\beta$	$\alpha$	Coefficientes de filtro (12 tomas)
0	1/8	{ -1, 4, -7, 13, -26, 249, 35, -16, 9, -6, 3, -1 }
	1/4	{ -2, 7, -13, 22, -44, 230, 76, -31, 18, -11, 6, -2 }
	3/8	{ -3, 8, -16, 27, -52, 200, 120, -44, 24, -15, 8, -3 }
	1/2	{ -3, 9, -16, 28, -52, 162, 162, -52, 28, -16, 9, -3 }
	5/8	{ -3, 8, -15, 24, -44, 120, 200, -52, 27, -16, 8, -3 }
	3/4	{ -2, 6, -11, 18, -31, 76, 230, -44, 22, -13, 7, -2 }
	7/8	{ -1, 3, -6, 9, -16, 35, 249, -26, 13, -7, 4, -1 }
0,002	1/8	{ -1, 4, -7, 12, -24, 246, 37, -16, 9, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -2, 6, -12, 20, -40, 225, 77, -30, 17, -10, 6, -2 }
	3/8	{ -2, 8, -14, 24, -46, 194, 119, -40, 22, -13, 7, -2 }
	1/2	{ -2, 8, -14, 24, -45, 158, 158, -45, 24, -14, 8, -2 }
	5/8	{ -2, 7, -13, 22, -40, 119, 194, -46, 24, -14, 8, -2 }
	3/4	{ -2, 6, -10, 17, -30, 77, 225, -40, 20, -12, 6, -2 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 9, -16, 37, 246, -24, 12, -7, 4, -1 }
0,004	1/8	{ -1, 3, -6, 11, -22, 243, 38, -16, 9, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -2, 6, -11, 18, -36, 220, 78, -29, 16, -10, 5, -2 }
	3/8	{ -2, 7, -12, 21, -41, 189, 118, -37, 20, -12, 6, -2 }
	1/2	{ -2, 7, -12, 21, -39, 154, 154, -39, 21, -12, 7, -2 }
	5/8	{ -2, 6, -12, 20, -37, 118, 189, -41, 21, -12, 7, -2 }
	3/4	{ -2, 5, -10, 16, -29, 78, 220, -36, 18, -11, 6, -2 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 9, -16, 38, 243, -22, 11, -6, 3, -1 } { -1, 3, -5, 9, -15, 39, 242, -21, 11, -6, 3, -1 }
0,006	1/8	{ -1, 3, -6, 10, -20, 241, 39, -15, 9, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -2, 5, -10, 17, -32, 216, 79, -27, 15, -9, 5, -2 }
	3/8	{ -2, 6, -11, 19, -35, 184, 117, -34, 18, -11, 6, -2 }
	1/2	{ -2, 6, -11, 18, -34, 150, 150, -34, 18, -11, 6, -2 }
	5/8	{ -2, 6, -11, 18, -34, 117, 184, -35, 19, -11, 6, -2 }
	3/4	{ -2, 5, -9, 15, -27, 79, 216, -32, 17, -10, 5, -2 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 9, -15, 39, 241, -20, 10, -6, 3, -1 }

FIG. 8B

$\beta$	$\alpha$	Coefficientes de filtro (12 tomas)
0,008	1/8	{ -1, 3, -6, 10, -18, 238, 40, -15, 9, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -2, 5, -9, 15, -28, 211, 80, -26, 14, -8, 5, -1 }
	3/8	{ -2, 5, -10, 17, -31, 180, 117, -31, 17, -10, 5, -2 }
	1/2	{ -2, 5, -9, 16, -28, 147, 147, -28, 16, -9, 5, -2 }
	5/8	{ -2, 5, -10, 17, -31, 117, 180, -31, 17, -10, 5, -2 }
	3/4	{ -1, 5, -8, 14, -26, 80, 211, -28, 15, -9, 5, -2 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 9, -15, 40, 238, -18, 10, -6, 3, -1 }
0,010	1/8	{ -1, 3, -5, 9, -16, 235, 41, -15, 8, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -1, 4, -8, 14, -24, 207, 81, -25, 14, -8, 4, -1 }
	3/8	{ -2, 5, -9, 15, -26, 175, 116, -28, 15, -9, 5, -2 }
	1/2	{ -1, 4, -8, 13, -24, 143, 143, -24, 13, -8, 4, -1 }
	5/8	{ -2, 5, -9, 15, -28, 116, 175, -26, 15, -9, 5, -2 }
	3/4	{ -1, 4, -8, 14, -25, 81, 207, -24, 14, -8, 4, -1 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 8, -15, 41, 235, -16, 9, -5, 3, -1 }
0,012	1/8	{ -1, 3, -5, 9, -15, 233, 43, -15, 8, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -1, 4, -7, 12, -21, 203, 82, -24, 13, -8, 4, -1 }
	3/8	{ -1, 4, -8, 13, -22, 171, 115, -25, 14, -8, 4, -1 }
	1/2	{ -1, 4, -7, 11, -19, 140, 140, -19, 11, -7, 4, -1 }
	5/8	{ -1, 4, -8, 14, -25, 115, 171, -22, 13, -8, 4, -1 }
	3/4	{ -1, 4, -8, 13, -24, 82, 203, -21, 12, -7, 4, -1 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 8, -15, 43, 233, -15, 9, -5, 3, -1 }
0,014	1/8	{ -1, 3, -5, 8, -13, 230, 44, -15, 8, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -1, 4, -7, 11, -18, 199, 82, -23, 12, -7, 4, -1 }
	3/8	{ -1, 4, -7, 11, -18, 167, 114, -22, 12, -7, 4, -1 }
	1/2	{ -1, 3, -6, 10, -15, 137, 137, -15, 10, -6, 3, -1 }
	5/8	{ -1, 4, -7, 12, -22, 114, 167, -18, 11, -7, 4, -1 }
	3/4	{ -1, 4, -7, 12, -23, 82, 199, -18, 11, -7, 4, -1 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 8, -15, 44, 230, -13, 8, -5, 3, -1 }

FIG. 8C

$\beta$	$\alpha$	Coefficientes de filtro (12 tomas)
0,016	1/8	{ -1, 2, -4, 7, -11, 228, 45, -15, 8, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -1, 3, -6, 10, -15, 196, 83, -21, 11, -7, 4, -1 }
	3/8	{ -1, 3, -6, 10, -14, 164, 113, -20, 11, -6, 3, -1 }
	1/2	{ -1, 3, -5, 8, -11, 134, 134, -11, 8, -5, 3, -1 }
	5/8	{ -1, 3, -6, 11, -20, 113, 164, -14, 10, -6, 3, -1 }
	3/4	{ -1, 4, -7, 11, -21, 83, 196, -15, 10, -6, 3, -1 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 8, -15, 45, 228, -11, 7, -4, 2, -1 }
0,018	1/8	{ -1, 2, -4, 7, -9, 225, 46, -15, 8, -5, 2, -1 }
	1/4	{ -1, 3, -6, 9, -12, 192, 84, -20, 11, -6, 3, -1 }
	3/8	{ -1, 3, -5, 9, -10, 160, 112, -17, 10, -6, 3, -1 }
	1/2	{ -1, 2, -4, 7, -8, 131, 131, -8, 7, -4, 2, -1 }
	5/8	{ -1, 3, -6, 10, -17, 112, 160, -10, 9, -5, 3, -1 }
	3/4	{ -1, 3, -6, 11, -20, 84, 192, -12, 9, -6, 3, -1 }
	7/8	{ -1, 2, -5, 8, -15, 46, 225, -9, 7, -4, 2, -1 }
0,020	1/8	{ -1, 2, -4, 6, -8, 223, 47, -14, 8, -5, 2, -1 }
	1/4	{ -1, 3, -5, 8, -9, 189, 84, -19, 10, -6, 3, -1 }
	3/8	{ -1, 3, -5, 7, -7, 157, 111, -15, 9, -5, 3, -1 }
	1/2	{ -1, 2, -4, 6, -4, 129, 129, -4, 6, -4, 2, -1 }
	5/8	{ -1, 3, -5, 9, -15, 111, 157, -7, 7, -5, 3, -1 }
	3/4	{ -1, 3, -6, 10, -19, 84, 189, -9, 8, -5, 3, -1 }
	7/8	{ -1, 2, -5, 8, -14, 47, 223, -8, 6, -4, 2, -1 }

FIG. 9A

$\beta$	$\alpha$	Coeficientes de filtro (6 tomas)
0	1/8	{ 5, -23, 247, 35, -13, 4 }
	1/4	{ 9, -37, 227, 75, -25, 7 }
	3/8	{ 11, -43, 197, 117, -36, 10 }
	1/2	{ 11, -43, 159, 159, -43, 11 }
	5/8	{ 10, -36, 117, 197, -43, 11 }
	3/4	{ 7, -25, 75, 227, -37, 9 }
	7/8	{ 4, -13, 35, 247, -23, 5 }
0,002	1/8	{ 5, -22, 247, 35, -13, 4 }
	1/4	{ 9, -36, 226, 75, -25, 7 }
	3/8	{ 11, -42, 196, 117, -35, 10 }
	1/2	{ 11, -41, 158, 158, -41, 11 }
	5/8	{ 10, -35, 117, 196, -42, 11 }
	3/4	{ 7, -25, 75, 226, -36, 9 }
	7/8	{ 4, -13, 35, 247, -22, 5 }
0,004	1/8	{ 5, -22, 246, 35, -13, 4 }
	1/4	{ 9, -35, 225, 75, -25, 7 }
	3/8	{ 11, -41, 194, 117, -35, 9 }
	1/2	{ 11, -40, 157, 157, -40, 11 }
	5/8	{ 9, -35, 117, 194, -41, 11 }
	3/4	{ 7, -25, 75, 225, -35, 9 }
	7/8	{ 4, -13, 35, 246, -22, 5 }
0,006	1/8	{ 5, -21, 245, 36, -13, 4 }
	1/4	{ 9, -34, 224, 76, -25, 7 }
	3/8	{ 10, -40, 193, 117, -34, 9 }
	1/2	{ 10, -39, 156, 156, -39, 10 }
	5/8	{ 9, -34, 117, 193, -40, 10 }
	3/4	{ 7, -25, 76, 224, -34, 9 }
	7/8	{ 4, -13, 36, 245, -21, 5 }

FIG. 9B

$\beta$	$\alpha$	Coefficientes de filtro (6 tomas)
0,008	1/8	{ 5, -21, 245, 36, -13, 4 }
	1/4	{ 8, -33, 223, 76, -25, 7 }
	3/8	{ 10, -38, 192, 117, -33, 9 }
	1/2	{ 10, -37, 155, 155, -37, 10 }
	5/8	{ 9, -33, 117, 192, -38, 10 }
	3/4	{ 7, -25, 76, 223, -33, 8 }
	7/8	{ 4, -13, 36, 245, -21, 5 }
0,010	1/8	{ 5, -20, 244, 36, -13, 4 }
	1/4	{ 8, -32, 221, 76, -24, 7 }
	3/8	{ 10, -37, 191, 117, -33, 9 }
	1/2	{ 10, -36, 154, 154, -36, 10 }
	5/8	{ 9, -33, 117, 191, -37, 10 }
	3/4	{ 7, -24, 76, 221, -32, 8 }
	7/8	{ 4, -13, 36, 244, -20, 5 }
0,012	1/8	{ 5, -20, 243, 37, -13, 4 }
	1/4	{ 8, -32, 220, 77, -24, 7 }
	3/8	{ 9, -36, 189, 117, -32, 9 }
	1/2	{ 9, -35, 154, 154, -35, 9 }
	5/8	{ 9, -32, 117, 189, -36, 9 }
	3/4	{ 7, -24, 77, 220, -32, 8 }
	7/8	{ 4, -13, 37, 243, -20, 5 }
0,014	1/8	{ 5, -19, 243, 37, -13, 4 }
	1/4	{ 8, -31, 219, 77, -24, 7 }
	3/8	{ 9, -35, 188, 116, -31, 8 }
	1/2	{ 9, -34, 153, 153, -34, 9 }
	5/8	{ 8, -31, 116, 188, -35, 9 }
	3/4	{ 7, -24, 77, 219, -31, 8 }
	7/8	{ 4, -13, 37, 243, -19, 5 }

FIG. 9C

$\beta$	$\alpha$	Coefficientes de filtro (6 tomas)
0,016	1/8	{ 5, -19, 242, 37, -13, 4 }
	1/4	{ 8, -30, 218, 77, -24, 6 }
	3/8	{ 9, -34, 187, 116, -31, 8 }
	1/2	{ 9, -32, 152, 152, -32, 9 }
	5/8	{ 8, -31, 116, 187, -34, 9 }
	3/4	{ 6, -24, 77, 218, -30, 8 }
	7/8	{ 4, -13, 37, 242, -19, 5 }
0,018	1/8	{ 5, -18, 241, 37, -13, 4 }
	1/4	{ 7, -29, 217, 77, -23, 6 }
	3/8	{ 9, -33, 186, 116, -30, 8 }
	1/2	{ 8, -31, 151, 151, -31, 8 }
	5/8	{ 8, -30, 116, 186, -33, 9 }
	3/4	{ 6, -23, 77, 217, -29, 7 }
	7/8	{ 4, -13, 37, 241, -18, 5 }
0,020	1/8	{ 5, -18, 241, 38, -13, 4 }
	1/4	{ 7, -28, 216, 78, -23, 6 }
	3/8	{ 8, -32, 185, 116, -29, 8 }
	1/2	{ 8, -30, 150, 150, -30, 8 }
	5/8	{ 8, -29, 116, 185, -32, 8 }
	3/4	{ 6, -23, 78, 216, -28, 7 }
	7/8	{ 4, -13, 38, 241, -18, 5 }

FIG. 10

$\beta$	$\alpha$	Coefficientes de filtro (6 tomas)
para croma	1/8	{ 5, -20, 243, 37, -13, 4 }
	1/4	{ 8, -32, 220, 77, -24, 7 }
	3/8	{ 9, -36, 189, 117, -32, 9 }
	1/2	{ 9, -35, 154, 154, -35, 9 }

FIG. 11

2M	$\alpha$	Coeficientes de filtro $F_m(\alpha)$	L/C
4	1/4	{ -24, 223, 72, -15 }	L
4	1/2	{ -19, 147, 147, -19 }	L
6	1/4	{ 8, -35, 227, 73, -23, 6 }	L
6	1/2	{ 5, -33, 156, 156, -33, 5 }	L
8	1/4	{ -4, 15, -39, 228, 74, -26, 11, -3 }	L
8	1/4	{ -3, 13, -38, 228, 73, -24, 9, -2 }	L
8	1/2	{ -3, 12, -40, 159, 159, -40, 12, -3 }	L
12	1/4	{ -2, 5, -9, 18, -41, 229, 76, -30, 16, -9, 4, -1 }	L
12	1/2	{ -1, 4, -10, 22, -48, 161, 161, -48, 22, -10, 4, -1 }	L
12	1/2	{ -1, 3, -8, 19, -45, 160, 160, -45, 19, -8, 3, -1 }	L
4	1/8	{ -12, 242, 30, -4 }	C
4	1/4	{ -18, 218, 65, -9 }	C
4	3/8	{ -19, 184, 105, -14 }	C
4	1/2	{ -17, 145, 145, -17 }	C
4	1/8	{ -9, 236, 34, -5 }	C
4	1/4	{ -14, 210, 70, -10 }	C
4	3/8	{ -16, 179, 107, -14 }	C
4	1/2	{ -16, 144, 144, -16 }	C
6	1/8	{ 1, -13, 241, 34, -8, 1 }	C
6	1/4	{ 2, -22, 217, 72, -15, 2 }	C
6	3/8	{ 3, -25, 185, 111, -21, 3 }	C
6	1/2	{ 3, -25, 150, 150, -25, 3 }	C
6	1/8	{ 3, -16, 243, 34, -10, 2 }	C
6	1/4	{ 5, -26, 220, 73, -19, 3 }	C
6	3/8	{ 6, -31, 189, 114, -27, 5 }	C
6	1/2	{ 5, -30, 153, 153, -30, 5 }	C
6	1/8	{ 2, -16, 244, 31, -6, 1 }	C
6	1/4	{ 3, -24, 221, 68, -14, 2 }	C
6	3/8	{ 3, -27, 188, 110, -20, 2 }	C
6	1/2	{ 3, -25, 150, 150, -25, 3 }	C
12	1/8	{ -1, 2, -4, 10, -24, 248, 35, -14, 7, -4, 2, -1 }	L
12	3/8	{ -1, 4, -9, 20, -46, 197, 118, -39, 18, -8, 3, -1 }	L

FIG. 12A

2M	$\alpha$	Factor de escala ( $2^n$ )	Coefficientes de filtro $F_m(\alpha)$
8	1/4	512	{ -7, 29, -77, 456, 148, -52, 21, -6 }
		256	{ -4, 15, -39, 228, 74, -26, 11, -3 }
		128	{ -2, 7, -19, 114, 37, -13, 5, -1 }
		64	{ -1, 4, -10, 57, 18, -6, 3, -1 } { -1, 4, -10, 57, 19, -7, 3, -1 }
	1/2	512	{ -5, 23, -79, 317, 317, -79, 23, -5 }
		256	{ -3, 12, -40, 159, 159, -40, 12, -3 }
		128	{ -1, 6, -20, 79, 79, -20, 6, -1 }
		64	{ -1, 3, -10, 40, 40, -10, 3, -1 } { -1, 5, -12, 40, 40, -12, 5, -1 } { -1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1 }
	1/8	256	{ -3, 10, -25, 248, 36, -15, 7, -2 } { -2, 8, -24, 249, 34, -13, 5, -1 }
		128	{ -1, 4, -12, 123, 18, -6, 3, -1 }
		64	{ -1, 3, -6, 62, 9, -4, 2, -1 } { -1, 2, -6, 62, 9, -4, 2, 0 } { -1, 2, -6, 62, 9, -3, 1, 0 }
	3/8	256	{ -6, 21, -49, 199, 119, -41, 19, -6 } { -6, 21, -48, 198, 119, -41, 19, -6 } { -4, 16, -44, 197, 117, -36, 13, -3 }
128		{ -3, 10, -24, 99, 59, -20, 9, -2 }	
64		{ -2, 5, -11, 50, 29, -10, 5, -2 } { -2, 5, -12, 50, 30, -10, 4, -1 }	

FIG. 12B

2M	$\alpha$	Factor de escala ( $2^n$ )	Coefficientes de filtro $F_m(\alpha)$
4	1/8	512	{ -23, 483, 59, -7 }
		256	{ -12, 242, 30, -4 }
		128	{ -5, 121, 14, -2 }
		64	{ -3, 60, 8, -1 }
			{ -3, 61, 7, -1 }
		32	{ -1, 30, 4, -1 }
	{ -2, 30, 4, 0 }		
	1/4	512	{ -48, 446, 145, -31 }
		256	{ -24, 223, 72, -151 }
		128	{ -12, 111, 36, -7 }
		64	{ -4, 54, 16, -2 }
		32	{ -2, 27, 8, -1 }
	3/8	512	{ -55, 384, 227, -44 }
		256	{ -27, 192, 114, -21 }
		128	{ -14, 96, 57, -11 }
			{ -13, 95, 56, -10 }
		64	{ -4, 46, 25, -3 }
			{ -5, 46, 26, -3 }
	32	{ -5, 46, 27, -4 }	
		{ -2, 23, 12, -1 }	
		{ -2, 23, 13, -2 }	
1/2	512	{ -33, 289, 289, -33 }	
	256	{ -17, 145, 145, -17 }	
	128	{ -8, 72, 72, -8 }	
	64	{ -4, 36, 36, -4 }	
	32	{ -2, 18, 18, -2 }	
	16	{ -1, 9, 9, -1 }	

FIG. 12C

2M	Factor de escala( $2^n$ )	$\alpha$	Coefficientes de filtro $F_m(\alpha)$
6	64( $=2^6$ )	1/4	{ 2, -9, 57, 19, -7, 2 }
			{ 2, -9, 57, 19, -6, 1 }
			{ 2, -9, 57, 20, -7, 1 }
		1/2	{ 1, -7, 38, 38, -7, 1 }
			{ 1, -8, 39, 39, -8, 1 }
			{ 2, -9, 39, 39, -9, 2 }
4	32( $=2^5$ )	1/8	{ -1, 29, 5, -1 }
		1/4	{ -2, 27, 8, -1 }
		3/8	{ -3, 23, 14, -2 }

FIG. 13A

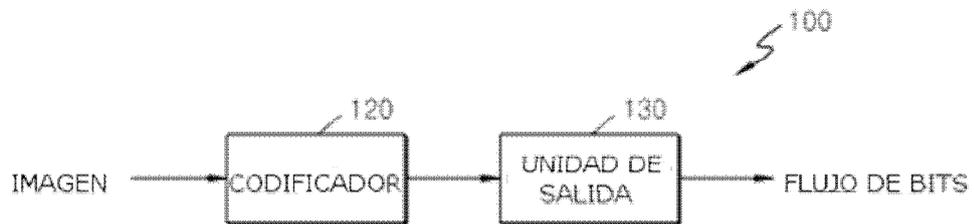


FIG. 13B

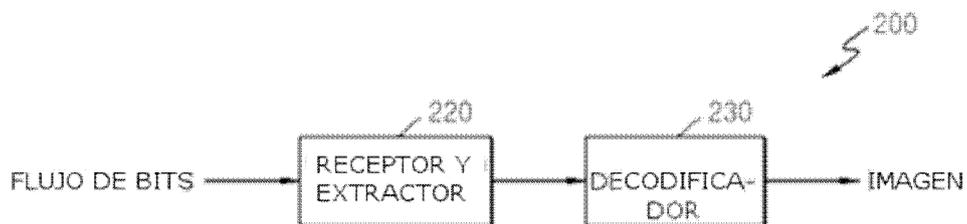


FIG. 14A

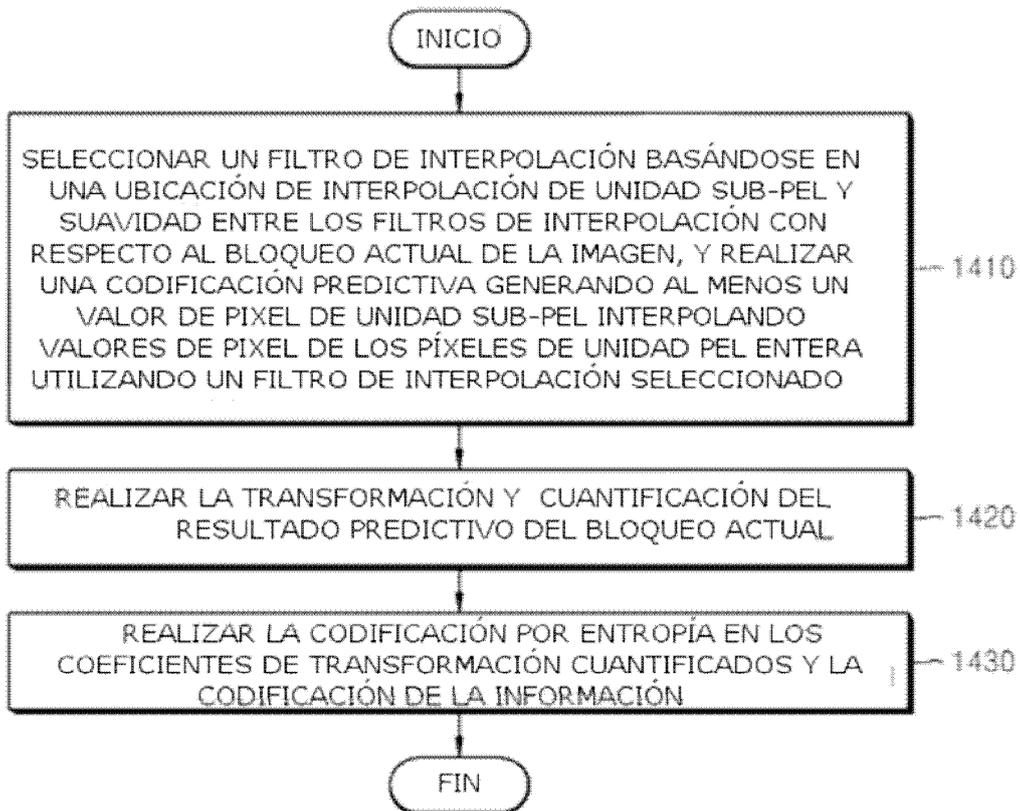


FIG. 14B

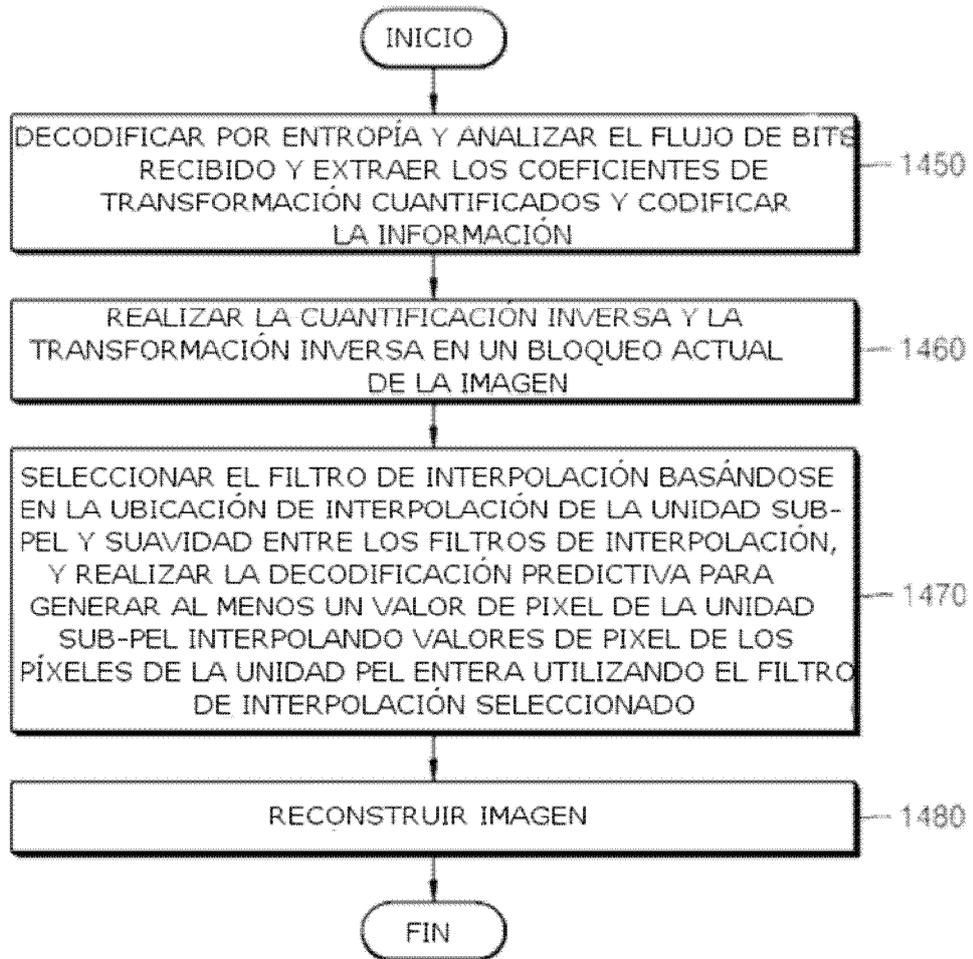


FIG. 15

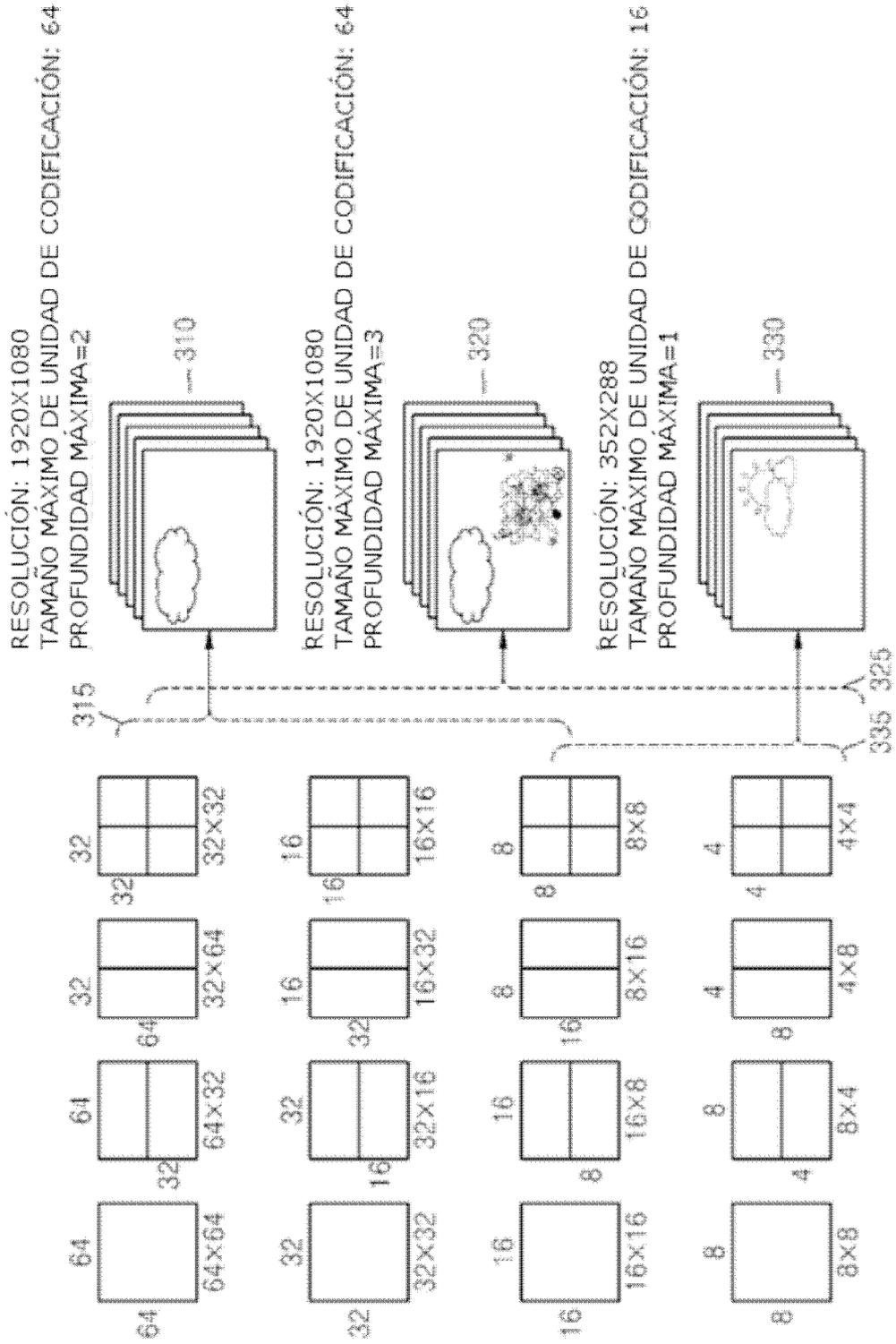


FIG. 16

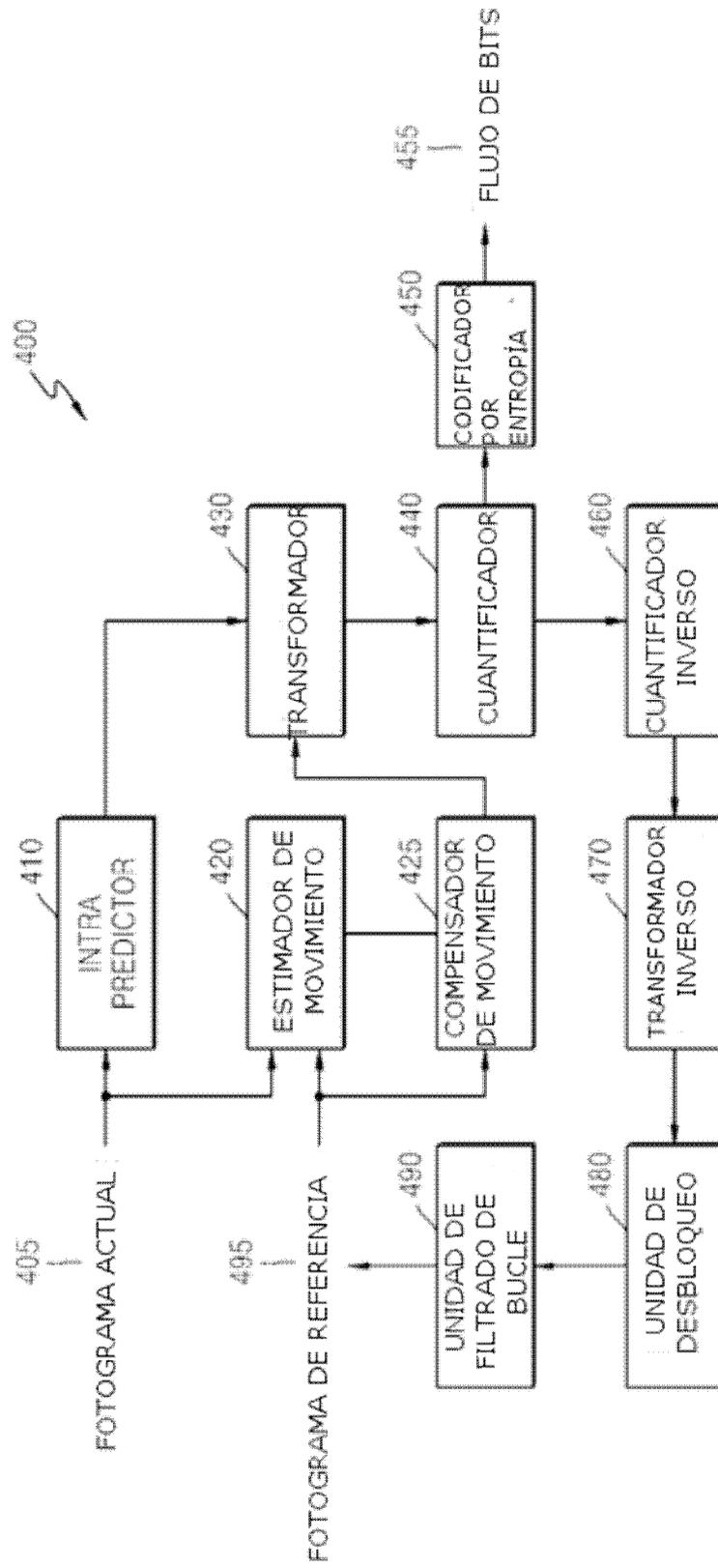


FIG. 17

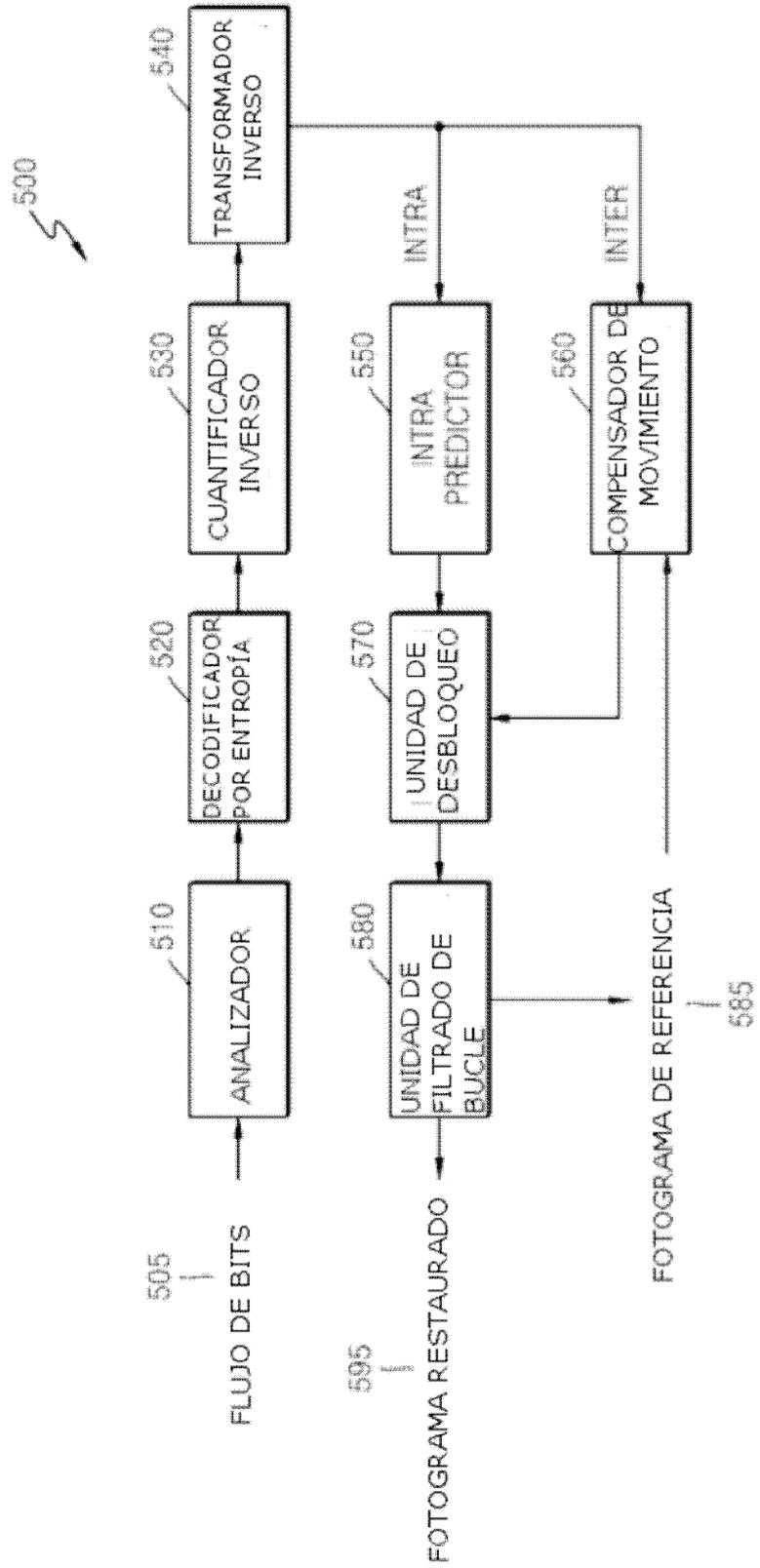
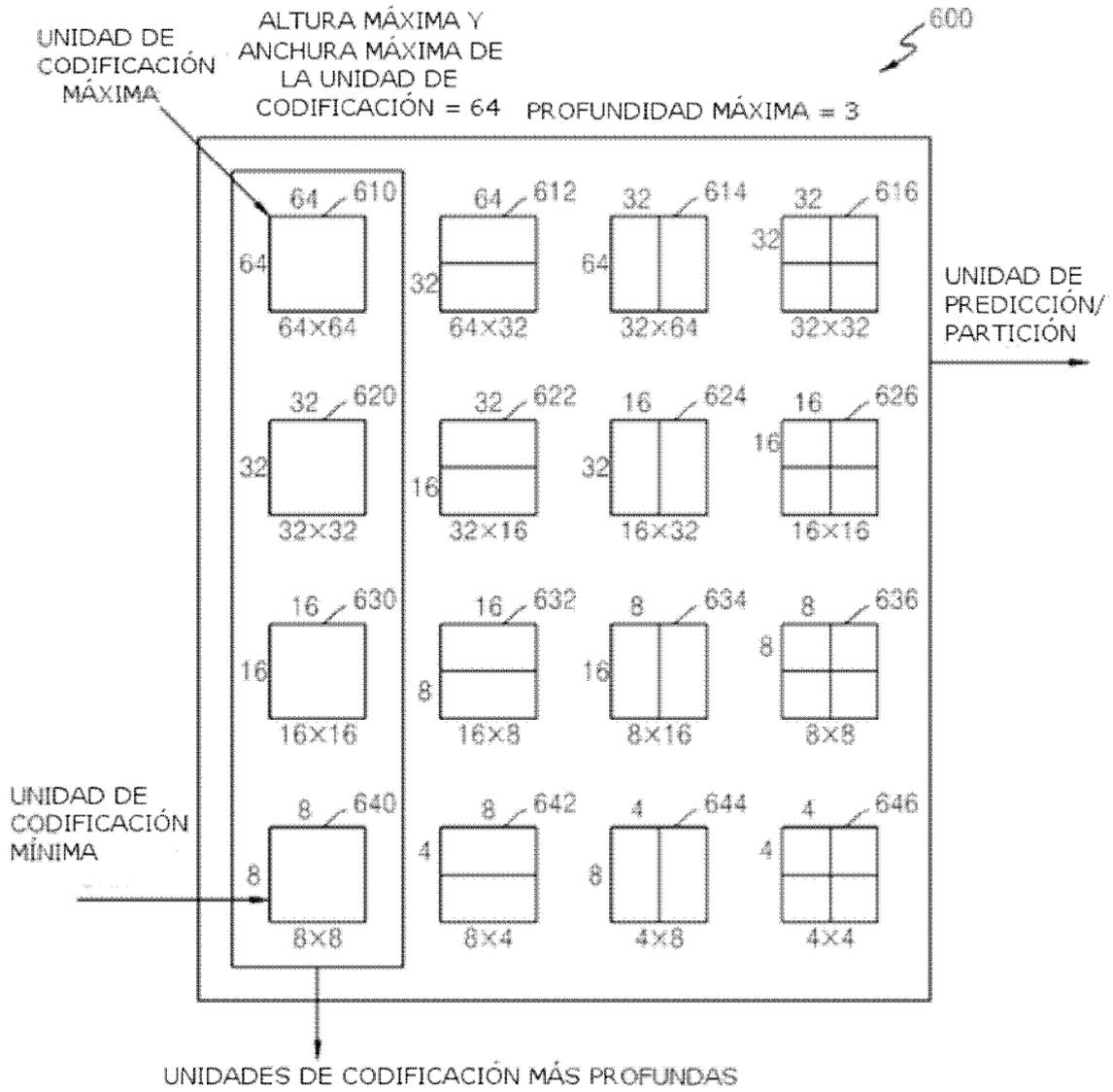
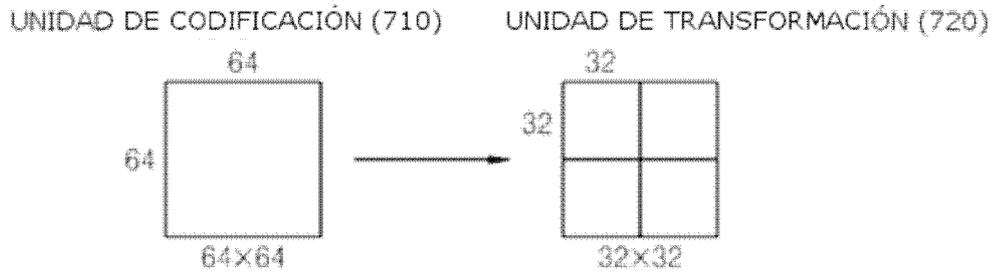


FIG. 18

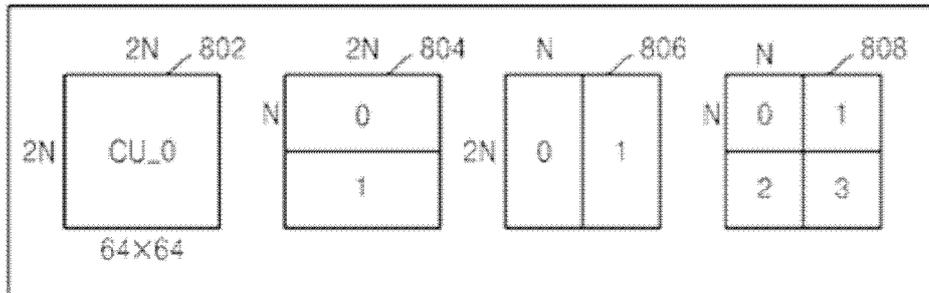


**FIG. 19**

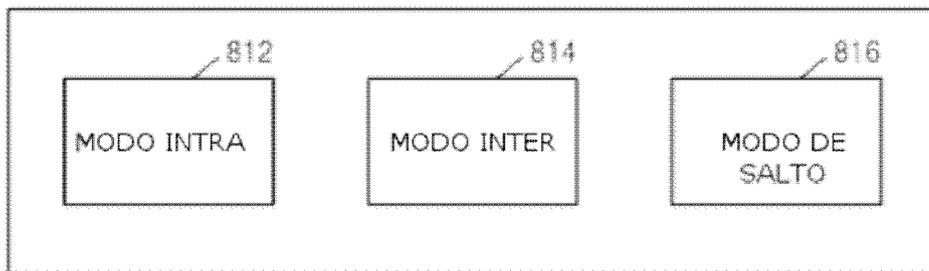


**FIG. 20**

INFORMACIÓN (800) - "TIPO DE PARTICIÓN"



INFORMACIÓN (810) - "MODO DE PREDICCIÓN"



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

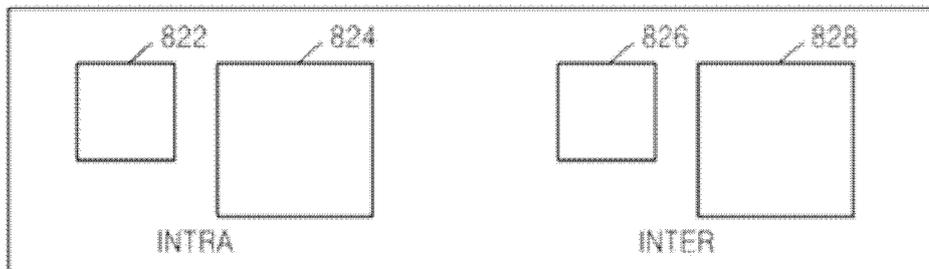
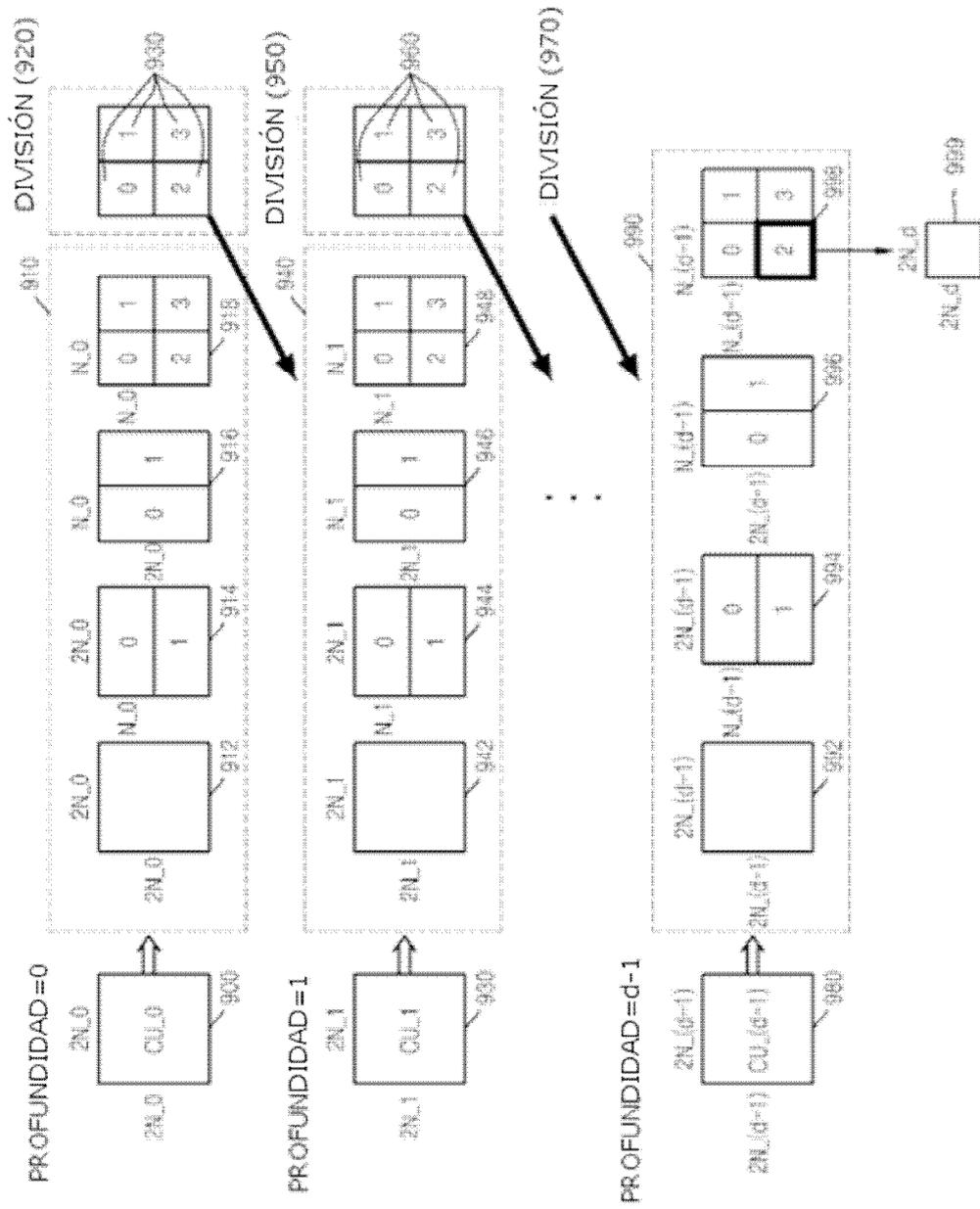
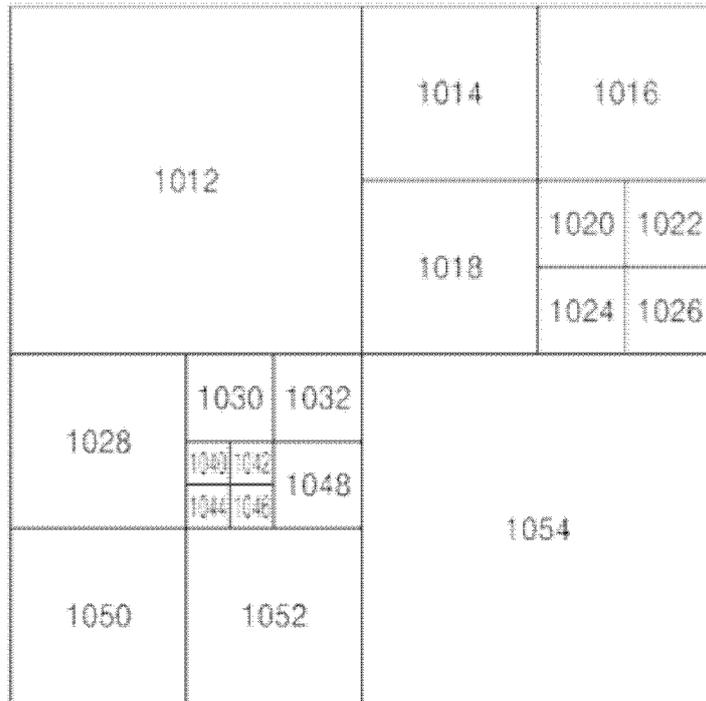


FIG. 21



**FIG. 22**



UNIDADES DE CODIFICACIÓN (1010)

FIG. 23

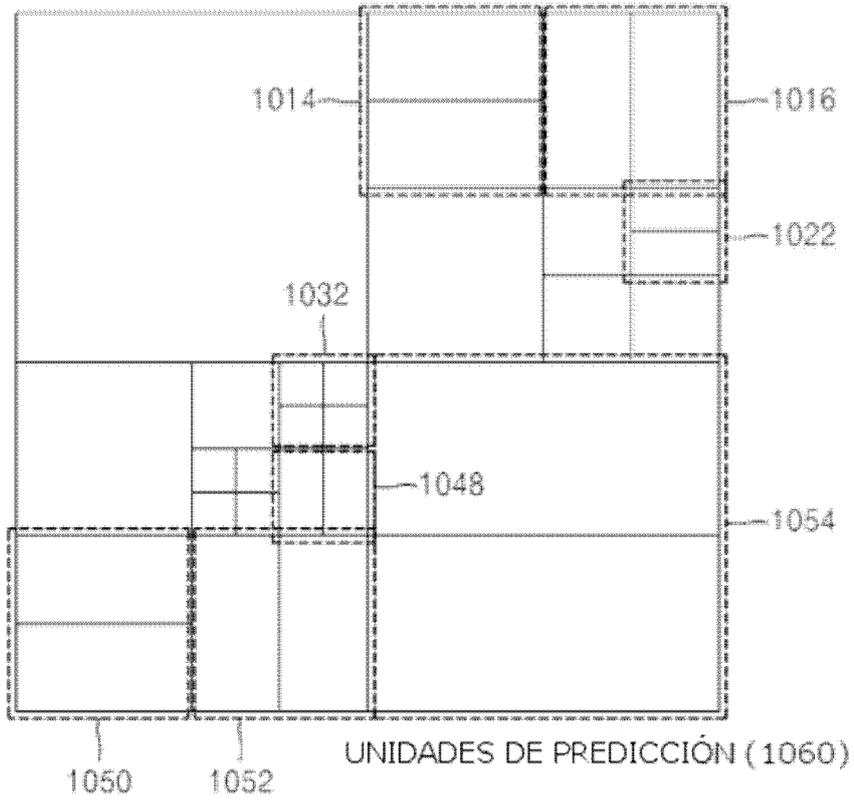


FIG. 24

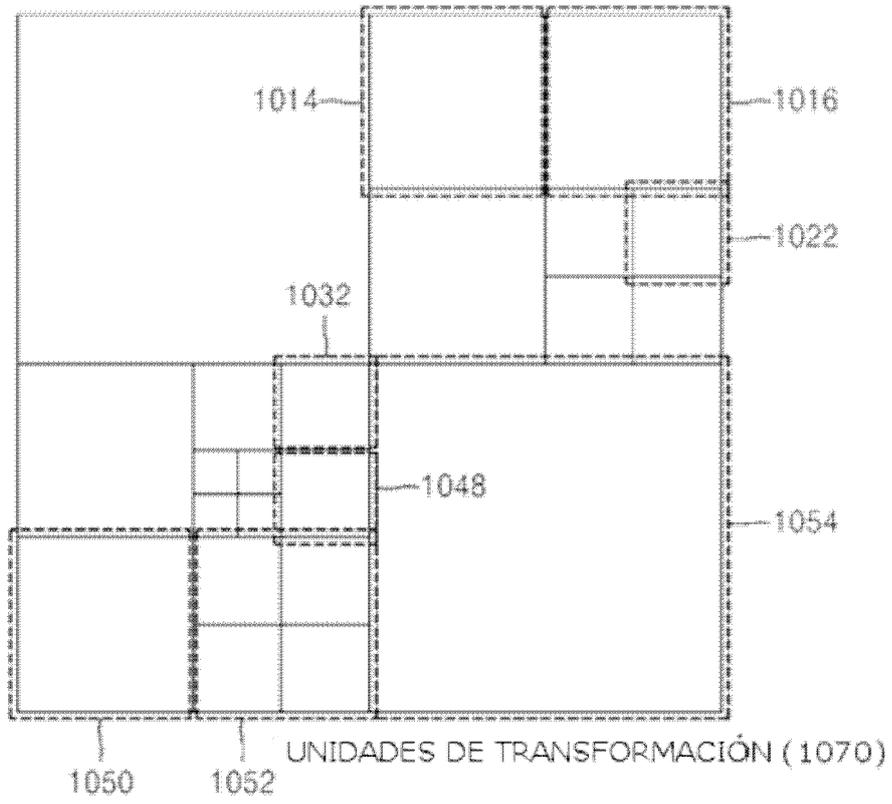


FIG. 25

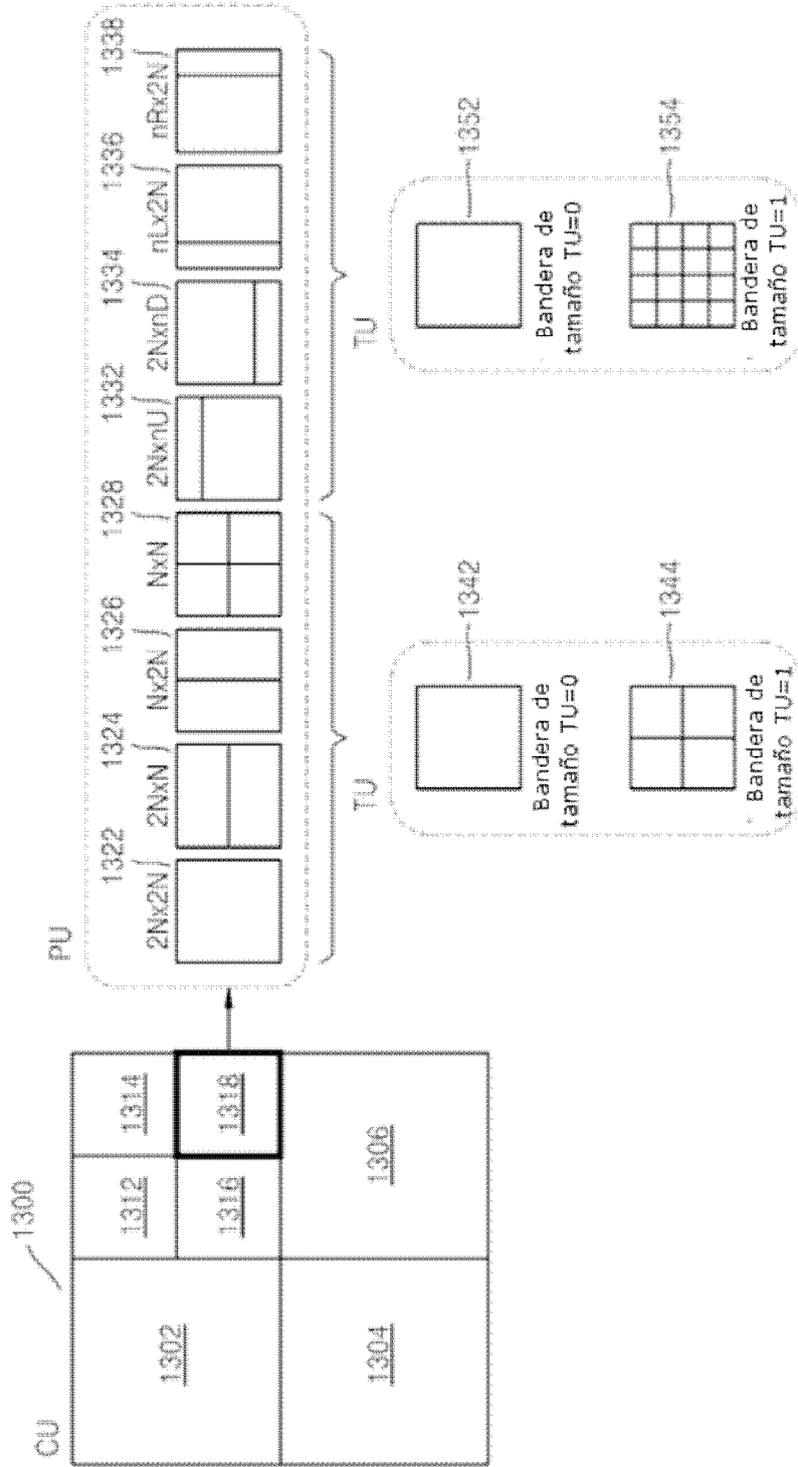


FIG. 26

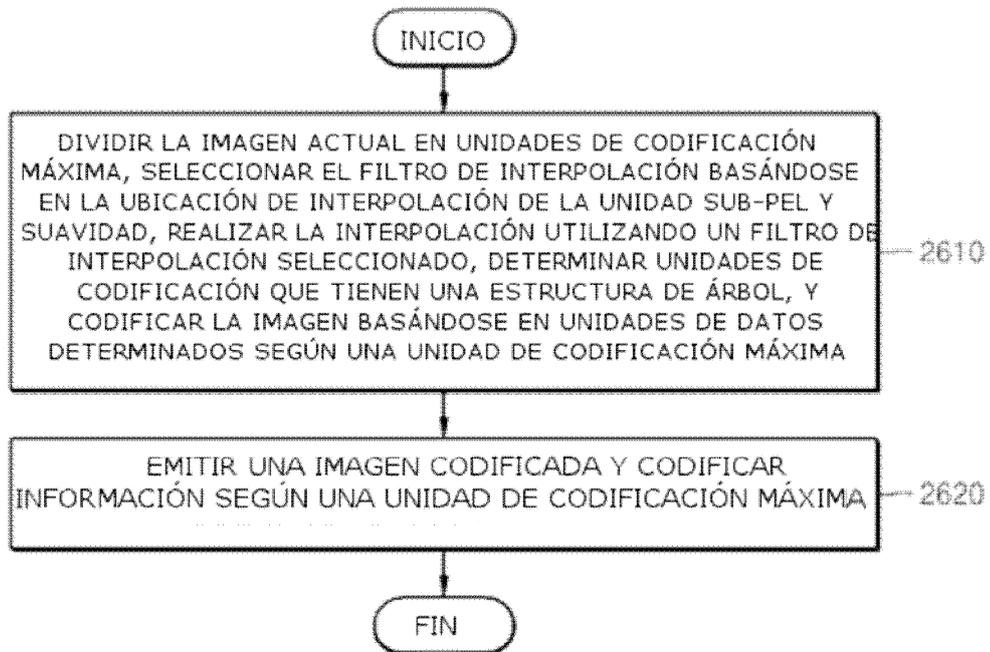


FIG. 27

