

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 129**

51 Int. Cl.:

G06T 5/20	(2006.01)
H04N 1/409	(2006.01)
H04N 5/21	(2006.01)
H04N 19/80	(2014.01)
H04N 19/117	(2014.01)
H04N 19/14	(2014.01)
H04N 19/17	(2014.01)
H04N 19/82	(2014.01)
H04N 5/14	(2006.01)
G06T 5/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2012 E 12754719 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2670142**

54 Título: **Método y aparato para la filtración de ruido en la codificación de vídeo**

30 Prioridad:

09.03.2011 JP 2011051443

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

19.09.2016

73 Titular/es:

**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION (100.0%)
3-1 Otemachi 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-8116, JP**

72 Inventor/es:

**MATSUMURA, MASAACKI;
TAKAMURA, SEISHI;
SHIMIZU, ATSUSHI y
JOZAWA, HIROHISA**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 583 129 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

Método y aparato para la filtración de ruido en la codificación de vídeo

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una tecnología de procesamiento de imagen que reduce el ruido cuando se toma una imagen y un deterioro de una imagen deteriorada.

10 Técnica antecedente

Los términos usados en la presente descripción se definen como se indica a continuación.

15 - "Forma de búsqueda": un agregado de puntos de búsqueda alrededor de un píxel diana de confrontación de plantilla, o la forma formada por el agregado.

20 - "Forma de plantilla": un grupo de píxeles usados para calcular el grado de similitud entre el píxel diana y cada punto de búsqueda cuando se realiza la confrontación de plantilla, o la forma formada por el grupo de píxeles. Se usa la misma forma para un grupo de píxeles alrededor del píxel diana y para un grupo de píxeles alrededor de cada punto de búsqueda, y los valores de píxeles en posiciones que tienen la misma relación posicional relativa se comparan entre sí.

25 En el campo del procesamiento de imagen, como una técnica de reducción de ruido cuando se toma una imagen y un deterioro de una imagen deteriorada, se han propuesto diversos filtros de eliminación de ruido. Entre otras cosas, se sabe que los filtros de eliminación de ruido según un método de medios no locales (consúltese el documento no patente 1) demuestran un alto efecto de eliminación de ruido. En lo sucesivo en el presente documento, los filtros de eliminación de ruido según el método de medios no locales se denominan como filtros NLM.

30 La figura 26 es un diagrama que describe un filtro NLM. En la figura 26, una celda cuadrada es un punto de búsqueda, y un agregado de puntos de búsqueda es una forma de búsqueda. P_0 es un píxel diana de eliminación de ruido, y P_s es un píxel de un punto de búsqueda en una diana de búsqueda. T_0 y T_s son formas de plantilla, y la forma de la forma de plantilla T_0 de una fuente de comparación es la misma que la de la forma de plantilla T_s de la diana de búsqueda.

35 En el filtro NLM, se comparan entre sí correspondientes píxeles en la forma de plantilla T_0 de la fuente de comparación y la forma de plantilla T_s de la diana de búsqueda, y se calcula el grado de similitud entre las plantillas. En general, el cálculo del grado de similitud entre plantilla usa una suma de diferencias al cuadrado (SSD) o una suma de diferencias absolutas (SAD).

40 La figura 27 es un diagrama que ilustra entradas y una salida de una unidad de ejecución de filtro NLM. Básicamente, una unidad de ejecución de filtro NLM 1000 introduce cuatro piezas de información que incluyen una imagen diana de eliminación de ruido, una forma de búsqueda, una búsqueda de plantilla, y un coeficiente de eliminación de ruido, y genera una imagen de eliminación de ruido resultante. Como el coeficiente de eliminación de ruido, se da una varianza como un valor típico cuando una imagen original, a la que no se aplica ningún ruido, está disponible, y un valor apropiado se ajusta por un usuario cuando una imagen original no está disponible.

La unidad de ejecución de filtro NLM 1000 calcula un valor de píxel con ruido eliminado para cada píxel como sigue. En lo que sigue, se describirá un ejemplo que usa SSD para calcular el grado de similitud entre plantillas.

50 (1) La variable SW de la suma de ponderaciones se inicia a 0 y la variable SP de la suma de valores de píxel se inicia a 0.

(2) Los siguientes procesos se repiten para todos los puntos de búsqueda en una forma de búsqueda. (2-1) SSD se calcula como el grado de similitud entre plantillas.

(2-2) $W = \exp(-SSD/\text{coeficiente de eliminación de ruido})$

55 (2-3) Suma de ponderaciones SW = suma de ponderaciones SW + ponderación W

(2-4) Suma de valores de píxel SP = suma de valores de píxel SP + ponderación W x (valor de píxel del punto de búsqueda)

(3) Tras la finalización de los procesos de (2) para todos los puntos de búsqueda en la forma de búsqueda, un valor de píxel con ruido eliminado de un píxel diana de eliminación de ruido se obtiene por la siguiente ecuación.

60 $(\text{Valor de píxel con ruido eliminado}) = \text{suma de valores de píxel SP} / \text{suma de ponderaciones SW}$

65 La unidad de ejecución de filtro NLM 1000 realiza un proceso de eliminación de ruido usando un único valor y una única forma para todos los píxeles de una imagen diana de eliminación de ruido cuando un único valor se da como cada uno del coeficiente de eliminación de ruido de entrada, la forma de búsqueda de entrada, y la forma de plantilla de entrada, y realiza un proceso de eliminación de ruido cambiando al mismo tiempo un valor y formas para cada

punto correspondiente cuando se da un grupo de piezas de datos correspondientes a cada píxel.

Además, para eliminar la distorsión de codificación, un filtro de eliminación de ruido con un filtro de desbloqueo se instala en "HM", que es un modelo de prueba de "Codificación de vídeo de alta eficiencia" de estándares de codificación de vídeo de próxima generación, para los que se realizan actualmente actividades de estandarización internacional por el "Grupo de expertos de imágenes en movimiento (MPEG)" y el Grupo de expertos de codificación de vídeo (VCEG)" (consúltese el documento no patente 2).

Documentos de la técnica anterior

Documentos no patente

Documento no patente 1: A. Buades, B. Coll, y J. M. Morel, "A non-local algorithm for image denoising", *Proc. IEEE Int. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, vol. 2, págs. 60-65, junio de 2005.

Documento no patente 2: Thomas Wiegand, Woo-Jin Han, Benjamin Bross, Jens-Rainer Ohm, y Gary J. Sullivan, "WD1: Working Draft 1 of High-Efficiency Video Coding", *ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 3rd Meeting: Guangzhou, CN*, 7-15 de octubre de 2010.

Sumario de la invención

Problemas a resolver por la invención

Como se ha descrito anteriormente, para eliminar la distorsión de codificación, se instala un filtro de eliminación de ruido con un filtro de desbloqueo en el "HM" de la "Codificación de vídeo de alta eficiencia" de los estándares de codificación de vídeo de próxima generación, pero cabe imaginar que la eficiencia de codificación puede aumentarse en comparación con filtros de desbloqueo convencionales si el filtro NLM anterior se introduce en el HM.

Sin embargo, la complejidad computacional del filtro NLM es enorme, de manera que existe la posibilidad de que un tiempo de computación requerido para la decodificación se aumente en gran medida si un aparato de decodificación calcula filtros NLM para todos los píxeles.

Como se ha descrito anteriormente, la confrontación de plantilla se realiza en cada píxel diana de eliminación de ruido y cada punto de búsqueda dentro de una forma de búsqueda arbitraria usando una forma de plantilla arbitraria para calcular el grado de similitud entre plantillas. Como resultado, suponiendo que, por ejemplo, la forma de plantilla es un bloque $N \times N$ y la forma de búsqueda es $M \times M$, se requiere la complejidad computacional del orden de $N^2 \times M^2$ para realizar un cálculo de eliminación de ruido para un píxel. Por lo tanto, para usar el filtro NLM en un aparato de decodificación y así sucesivamente, se requiere una tecnología para reducir la complejidad computacional.

Un objeto de la presente invención es resolver los problemas anteriores y proporcionar una tecnología para reducir la complejidad computacional de un filtro de eliminación de ruido suprimiendo al mismo tiempo una reducción en la eficiencia de codificación. Ha de apreciarse que como una eficiencia de codificación, por ejemplo, se usa en el presente documento una tasa BD, que es una de las técnicas de evaluación internacionales y se calcula a partir de la calidad de imagen y la cantidad de bits.

Medios para resolver los problemas

Para resolver los problemas anteriores, la presente invención ejecuta los siguientes procesos en el procesamiento de imagen que realiza una confrontación de plantilla entre una plantilla que es una fuente de comparación para un píxel diana de eliminación de ruido en una imagen diana de eliminación de ruido y una plantilla para cada punto de búsqueda que son dianas de búsqueda en una forma de búsqueda en la imagen diana de eliminación de ruido y elimina el ruido del píxel diana usando ponderaciones según los grados de similitud entre las plantillas y la suma ponderada de valores de píxel en los punto de búsqueda.

(1) Una dirección de borde se calcula usando la imagen diana de eliminación de ruido.

(2) Una forma de búsqueda en la que el número de puntos de búsqueda a lo largo de la dirección perpendicular a la dirección de borde es menor que el número de puntos de búsqueda a lo largo de la dirección de borde se ajusta usando la dirección de borde calculada como un índice usado para limitar la forma de búsqueda.

(3) La confrontación de plantilla se realiza únicamente en cada punto de búsqueda en la forma de búsqueda ajustada y se ejecuta un proceso para eliminar el ruido del píxel diana.

Además, la presente invención aplica el procesamiento de imagen anterior a un filtro de bucle (correspondiente a un filtro de desbloqueo convencional) en la codificación o decodificación de vídeo.

Además, en la presente invención, pueden ejecutarse los siguientes procesos además de los procesos anteriores (1) a (3) cuando el procesamiento de imagen anterior se aplica al filtro de bucle en la codificación o decodificación de vídeo.

5 (4) El grado de desviación entre el píxel diana y un píxel circundante del píxel diana se calcula usando una imagen decodificada.

(5) El grado de desviación se usa como un índice usando para limitar una forma de plantilla de una plantilla, y un proceso de limitación de la forma de plantilla se ejecuta de manera que, cuanto menor sea el grado de desviación con respecto al valor máximo del grado de desviación en la imagen decodificada, menor será la forma de plantilla.

Además, el siguiente proceso (6) puede añadirse adicionalmente.

15 (6) Se detecta una región asignada excesivamente en la forma de plantilla limitada por el proceso (5), y la forma de plantilla se restablece para limitar adicionalmente la forma de plantilla.

Como se ha descrito anteriormente, el proceso (1) detecta la dirección de borde en la imagen diana de eliminación de ruido, y el proceso (2) limita la forma de búsqueda para cada píxel en la imagen diana de eliminación de ruido para mantener los puntos de búsqueda a lo largo de la dirección de borde del proceso (1) y reducir los puntos de búsqueda a lo largo de la dirección perpendicular a la dirección de borde. Como resultado, es posible reducir la complejidad computacional de un filtro de eliminación de ruido.

Además, es posible reducir la complejidad computacional de un filtro de bucle suprimiendo al mismo tiempo una reducción en la eficiencia de codificación combinando el procesamiento de imagen anterior con el procesamiento de codificación/decodificación de vídeo y aplicándolos al filtro de bucle. Además, aunque convencionalmente únicamente se da una forma de plantilla para toda la trama como un valor fijo, es posible reducir la complejidad computacional de una confrontación de plantilla introduciendo un proceso para limitar una forma de plantilla para cada píxel con los procesos anteriores (4) y (5). Adicionalmente, es posible reducir adicionalmente la complejidad computacional ejecutando adicionalmente el proceso (6).

Efectos ventajosos de la invención

Los siguientes son efectos ventajosos de la presente invención.

35 1. Reducción de la complejidad computacional de un filtro de eliminación de ruido

La presente invención limita una forma de búsqueda y reduce el número de puntos de búsqueda que son dianas para una confrontación de plantilla, de manera que el número de cálculos para la confrontación de plantilla se reduzca y sea posible reducir la complejidad computacional.

40 2. Reducción de la complejidad computacional del filtro de eliminación de ruido que puede realizarse cuando el filtro de eliminación de ruido se combina con codificación/decodificación de vídeo

Además, es posible realizar una reducción de la complejidad computacional suprimiendo al mismo tiempo una reducción en la eficiencia de codificación aplicando la presente invención a un filtro de bucle en la codificación/decodificación de vídeo.

Además, la introducción de un proceso para limitar una forma de plantilla para reducir el número de píxeles en plantillas entre las que se realiza la comparación da como resultado una reducción del número de comparaciones entre los píxeles, de manera que sea posible reducir la complejidad computacional. Es decir, dado que la confrontación de plantilla se realiza en cada punto de búsqueda, una combinación de una técnica de limitación de una región de búsqueda con una técnica de limitación de la forma de plantilla hace posible reducir sinérgicamente la complejidad computacional ya que el cálculo de una forma de plantilla limitada adicional se realiza dentro de la forma de búsqueda limitada.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de procesamiento de imagen según una primera realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de procesamiento de imagen del primer método.

La figura 3 es un diagrama que describe una reducción de la complejidad computacional de un filtro de eliminación de ruido debido a una reducción en la forma de búsqueda.

La figura 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de procesamiento de imagen

según una segunda realización de la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de procesamiento de imagen de la segunda realización.

5 La figura 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de procesamiento de imagen según una tercera realización de la presente invención.

10 La figura 7A es un diagrama que describe un operador Sobel en un ejemplo de un método de detección de dirección de borde.

La figura 7B es un diagrama que describe números según direcciones en el ejemplo del método de detección de dirección de borde.

15 La figura 7C es un diagrama que describe un método para asignar los números en el ejemplo del método de detección de dirección de borde.

La figura 8 es un diagrama que ilustra un ejemplo del ajuste de una forma de búsqueda según un número de dirección de borde.

20 La figura 9A es un diagrama que ilustra un ejemplo del ajuste de una forma de búsqueda según un ángulo en radianes.

25 La figura 9B es un diagrama que ilustra un ejemplo del ajuste de una forma de búsqueda según un ángulo en radianes.

La 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de procesamiento de imagen según una quinta realización de la presente invención.

30 La figura 11 es un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de procesamiento de imagen de la quinta realización.

La figura 12 es un diagrama que describe un ejemplo para limitar una forma de plantilla mediante una unidad de ajuste de forma de plantilla.

35 La figura 13 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de procesamiento de imagen según una sexta realización de la presente invención.

40 La figura 14 es un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de procesamiento de imagen de la sexta realización.

La figura 15A es un diagrama que describe un ejemplo de un método de detección del grado de desviación.

45 La figura 15B es un diagrama que describe el ejemplo del método de detección del grado de desviación.

La figura 16 es un diagrama que ilustra un histograma de grados de desviación, así como la relación entre los umbrales y el ajuste de las regiones.

50 La figura 17A es un diagrama que describe un ejemplo del ajuste del número de muestras según la relación de integración.

La figura 17B es un diagrama que describe el ejemplo del ajuste del número de muestras según la relación de integración.

55 La figura 18A es un diagrama que describe una región diana de cálculo en un ejemplo de un método de restablecimiento de forma de plantilla.

La figura 18B es un diagrama que describe una característica de ruido de bloque en el ejemplo del método de restablecimiento de forma de plantilla.

60 La figura 18C es un diagrama que describe el ajuste de cuatro esquinas en el ejemplo del método de restablecimiento de forma de plantilla.

65 La figura 19 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de codificación de vídeo al que se aplica una realización de la presente invención.

La figura 20 es un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de codificación de vídeo.

La figura 21 es un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de codificación de vídeo.

5 La figura 22 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de decodificación de vídeo al que se aplica una realización de la presente invención.

La figura 23 es un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de decodificación de vídeo.

10 La figura 24 es un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de decodificación de vídeo.

La figura 25 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un sistema cuando una realización de la presente invención se implementa usando un programa de software.

15 La figura 26 es un diagrama que describe un filtro NLM.

La figura 27 es un diagrama que ilustra entradas y una salida de una unidad de ejecución de filtro NLM.

20 Modos para llevar a cabo la invención

En lo sucesivo en el presente documento, se describirán realizaciones de la presente invención con referencia a dibujos.

[Primera realización]

25 La figura 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de procesamiento de imagen según una primera realización de la presente invención. Un aparato de procesamiento de imagen 10 está dotado de una unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 101 que incluye una unidad de detección de dirección de borde 102, una unidad de ajuste de forma de búsqueda 103, y una unidad de ejecución de filtro NLM 104.

30 En este aparato de procesamiento de imagen 10, la unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 101 introduce cuatro piezas de información que incluyen un coeficiente de eliminación de ruido, una forma de búsqueda, una forma de plantilla, y una imagen diana de eliminación de ruido y transmite una imagen filtrada, de la cual se ha eliminado el ruido.

35 La unidad de detección de dirección de borde 102 detecta direcciones de borde de la imagen diana de eliminación de ruido y transmite un grupo de direcciones de borde correspondientes a píxeles en la imagen diana de eliminación de ruido. Como un ejemplo de las direcciones de borde, existe un grupo de números o un grupo de ángulos que se numeran según las direcciones.

40 La unidad de ajuste de forma de búsqueda 103 introduce la forma de búsqueda, ajusta la forma de búsqueda de entrada como la forma máxima, y transmite un grupo de formas de búsqueda correspondientes a los píxeles en la imagen diana de eliminación de ruido. El grupo de formas de búsqueda para los píxeles tiene una forma en la que el número de puntos de búsqueda a lo largo de la dirección de borde se mantiene y se reducen los puntos de búsqueda a lo largo de la dirección perpendicular a la dirección de borde.

45 La unidad de ejecución de filtro NLM 104 introduce la imagen diana de eliminación de ruido, el coeficiente de eliminación de ruido, la forma de plantilla, y el grupo de formas de búsqueda para los píxeles que se ajustan por la unidad de ajuste de forma de búsqueda 103, y transmite una imagen con ruido eliminado. El procesamiento realizado por esta unidad de ejecución de filtro NLM 104 es similar al de un filtro NLM convencional desvelado en el documento no patente 1.

50 La figura 2 es un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de procesamiento de imagen 10 que se ilustra en la figura 1. En primer lugar, en la etapa S101, la unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 101 adquiere cada pieza de información que incluye coeficiente de eliminación de ruido, la imagen diana de eliminación de ruido, la forma de búsqueda, y la forma de plantilla, que se introducen desde el exterior.

55 En la etapa S102, la unidad de detección de dirección de borde 102 detecta direcciones de borde de la imagen diana de eliminación de ruido y transmite un grupo de direcciones de borde. Posteriormente, en la etapa S103, la unidad de ajuste de forma de búsqueda 103 limita la forma de búsqueda de entrada según las direcciones de borde detectadas por la unidad de detección de dirección de borde 102 y transmite un grupo de formas de búsqueda para los píxeles. Cuando la forma de búsqueda de entrada se trata como la forma máxima, el grupo de salida de las formas de búsqueda tiene formas de búsqueda que son menores que las de la forma de búsqueda de entrada. Finalmente, en la etapa S104, la unidad de ejecución de filtro NLM 104 ejecuta un filtro NLM según la información
60 ajustada y transmite una imagen filtrada resultante.
65

La figura 3 es un diagrama que describe una reducción de la complejidad computacional de un filtro de eliminación de ruido debido a una reducción en la forma de búsqueda. En la figura 3, P_0 representa un píxel diana de eliminación de ruido, E representa una dirección de borde detectada, Q_0 representa una forma de búsqueda antes de la reducción (el rango máximo), y Q_1 representa una forma de búsqueda después de la reducción.

5 Convencionalmente, por ejemplo, como se muestra en la figura 3 (A), la forma de búsqueda Q_0 se dio únicamente para toda la trama como un valor fijo. Por el contrario, en la presente realización, la unidad de detección de dirección de borde 102 detecta la dirección de borde E en una imagen diana de eliminación de ruido y la unidad de ajuste de forma de búsqueda 103 ajusta la forma de búsqueda Q_1 , en la que los puntos de búsqueda a lo largo de la dirección de borde E se mantienen y los puntos de búsqueda a lo largo de la dirección perpendicular a la dirección de borde E se reducen como se muestra en la figura 3 (B), introduciendo así un proceso de limitación de la forma de búsqueda en una base píxel a píxel.

15 Ha de apreciarse que, en la confrontación de plantilla, el píxel diana de eliminación de ruido P_0 se excluye de las diana de cálculo. Esto se debe a que SSD y SAD, que son índices para el grado de similitud entre plantillas, se convierten necesariamente en 0 y W , que es igual a 1,0, se transmite necesariamente como una ponderación en el proceso de filtro NLM descrito con referencia a la figura 27. Por lo tanto, aunque la confrontación de plantilla para la forma de búsqueda Q_0 antes de la reducción se realiza 48 veces, la confrontación de plantilla para la forma de búsqueda Q_1 después de la reducción se realiza 24 veces y, por lo tanto, la complejidad computacional se reduce en aproximadamente el 50%.

[Segunda realización]

25 La figura 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de procesamiento de imagen según una segunda realización de la presente invención. Un aparato de procesamiento de imagen 11 está dotado de: una unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 111 que incluye una unidad de detección de dirección de borde 112, una unidad de ajuste de forma de búsqueda 113, y una unidad de ejecución de filtro NLM 114; y una unidad de cálculo de coeficiente de eliminación de ruido 115.

30 Este aparato de procesamiento de imagen 11 es diferente del aparato de procesamiento de imagen 10 según la primera realización en que se proporciona la unidad de cálculo de coeficiente de eliminación de ruido 115, que introduce una imagen original, a la que no se aplica ningún ruido, y calcula un coeficiente de eliminación de ruido. La configuración de la unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 111 es la misma que la de la unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 101 de la primera realización.

35 La figura 5 es un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de procesamiento de imagen 11 mostrado en la figura 4. En primer lugar, en la etapa S111, el aparato de procesamiento de imagen 11 adquiere cada pieza de información que incluye una imagen original, una imagen diana de eliminación de ruido, una forma de búsqueda, y una forma de plantilla, que se introducen del exterior.

40 En la etapa S112, la unidad de cálculo de coeficiente de eliminación de ruido 115 calcula un coeficiente de eliminación de ruido a partir de varianzas de la imagen original de entrada y la imagen diana de eliminación de ruido y notifica a la unidad de ejecución de filtro NLM 114 del coeficiente de eliminación de ruido calculado. En la etapa S113, la unidad de detección de dirección de borde 112 detecta direcciones de borde de la imagen diana de eliminación de ruido y transmite un grupo de direcciones de borde. Posteriormente, en la etapa S114, la unidad de ajuste de forma de búsqueda 113 limita la forma de búsqueda de entrada según las direcciones de borde detectadas por la unidad de detección de dirección de borde 112 y transmite un grupo de formas de búsqueda para los píxeles. Cuando la forma de búsqueda de entrada se trata como la forma máxima, el grupo de salida de las formas de búsqueda tiene formas de búsqueda que son menores que las de la forma de búsqueda de entrada. Finalmente, en la etapa S115, la unidad de ejecución de filtro NLM 114 ejecuta un filtro NLM según la información ajustada y transmite una imagen filtrada resultante.

[Tercera realización]

55 La figura 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de procesamiento de imagen según una tercera realización de la presente invención. Un aparato de procesamiento de imagen 12 está dotado de una unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 121 que incluye una unidad de detección de dirección de borde 122, una unidad de ajuste de forma de búsqueda 123, una unidad de ejecución de filtro NLM 124, una unidad de almacenamiento de forma de búsqueda 125, y una unidad de almacenamiento de forma de plantilla 126.

60 Este aparato de procesamiento de imagen 12 es diferente del aparato de procesamiento de imagen 10 que se ha descrito anteriormente según la primera realización en que únicamente se introducen un coeficiente de eliminación de ruido y una imagen diana de eliminación de ruido, y se usan valores fijos mantenidos en la unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 121 como una forma de búsqueda y una forma de plantilla.

65 Es decir, la unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 121 usa forma de búsqueda fija y la forma de

5 plantilla fija almacenadas en la unidad de almacenamiento de fórmula de búsqueda 125 y la unidad de almacenamiento de forma de plantilla 126, respectivamente, en lugar de una forma de búsqueda y una forma de plantilla que se introducen del exterior. Las configuraciones de la unidad de detección de dirección de borde 122, la unidad de ajuste de forma de búsqueda 123, y la unidad de ejecución de filtro NLM 124 son las mismas que las descritas en la primera realización.

[Cuarta realización]

10 En la tercera realización que se ha descrito anteriormente, la unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 121 almacena tanto la forma de búsqueda como la forma de plantilla en forma de valores fijos, pero también es posible una implementación en la que únicamente se mantiene una de la forma de búsqueda y la forma de plantilla en forma de un valor fijo y la otra se hace variable introduciéndola desde el exterior. Además, puede emplearse una implementación en la que una unidad de cálculo de coeficiente de eliminación de ruido se proporciona adicionalmente en la tercera realización, como la segunda realización, y un coeficiente de eliminación de ruido se calcula de una imagen original. Dado que el flujo básico del procesamiento es similar a los de los ejemplos descritos en la primera realización y la segunda realización, se omite una descripción detallada del procesamiento.

[Ejemplo 1 del método de detección de dirección de borde]

20 Como uno de los ejemplos de los métodos de detección de dirección de borde en la unidad de detección de dirección de bordes 102, 112 y 122, se proporcionará un ejemplo en el que se aplica un filtro Sobel a una imagen decodificada para detectar una dirección de borde y se transmite un número asignado según la dirección.

25 La figura 7A a la figura 7C son diagramas que describen el ejemplo de los métodos de detección de dirección de borde (el filtro Sobel y números según direcciones). Se aplica un operador Sobel como se muestra en la figura 7A a los píxeles circundantes, y se asignan los números VecIndex (0 a 10) según direcciones de borde detectadas como se muestra en la figura 7B. En este momento, se ajusta un único umbral Th , 0 se asigna como VecIndex si la suma absoluta de componentes en el eje x y el eje y (dx y dy) es menor que el umbral Th , ya que se considera que no existe ningún borde fuerte en un píxel diana, y los números se transmiten como un grupo de direcciones de borde.

30 La figura 7C ilustra un algoritmo para asignar un número.

- Si $|dx| + |dy| < Th$, VecIndex = 0.

35 - Si la condición anterior no se satisface y $dy = 0$, VecIndex = 6.

- Si las condiciones anteriores no se satisfacen y $dx/dy < -8,0$, VecIndex = 6.

40 - Si las condiciones anteriores no se satisfacen y $dx/dy < -2,0$, VecIndex = 7.

- Si las condiciones anteriores no se satisfacen y $dx/dy < -1,0$, VecIndex = 8.

- Si las condiciones anteriores no se satisfacen y $dx/dy < -0,5$, VecIndex = 9.

45 - Si las condiciones anteriores no se satisfacen y $dx/dy < -0,125$, VecIndex = 10.

- Si las condiciones anteriores no se satisfacen y $dx/dy < 0,125$, VecIndex = 1.

- Si las condiciones anteriores no se satisfacen y $dx/dy < 0,5$, VecIndex = 2.

50 - Si las condiciones anteriores no se satisfacen y $dx/dy < 1,0$, VecIndex = 3.

- Si las condiciones anteriores no se satisfacen y $dx/dy < 2,0$, VecIndex = 4.

55 - Si las condiciones anteriores no se satisfacen y $dx/dy < 8,0$, VecIndex = 5.

- Si no se satisface ninguna de las condiciones anteriores, VecIndex = 6.

60 Para reducir la influencia del ruido de mosquito debido a una transformada de coseno discreta (DCT) y el ruido en el momento de toma una imagen y para reducir la complejidad computacional, también es eficaz aplicar un filtro Sobel a una imagen obtenida reduciendo una imagen diana de eliminación de ruido de entrada a $1/N$ en la dirección vertical y la dirección horizontal en lugar de la imagen diana de eliminación de ruido de entrada, que no se reduce.

65 Cuando se aplica el filtro Sobel a la imagen reducida a $1/N$, un resultado del cálculo de salida del filtro Sobel se trata como un valor típico de un grupo de una pluralidad de píxeles usados en la reducción.

[Ejemplo 1 del método de ajuste de forma de búsqueda]

5 Como uno de los ejemplos de los métodos de ajuste de forma de búsqueda en la unidad de ajuste de forma de búsquedas 103, 113 y 123, se describirá un ejemplo de un método de reducción de forma de búsqueda para todos los puntos de una forma de búsqueda de referencia de un bloque 5 x 5 que se da de un aparato que usa el grupo de direcciones de borde que tienen los números de dirección de borde VecIndices descritos con referencia a la figura 7B a la figura 7C.

10 La unidad de ajuste de forma de búsquedas 103, 113 y 123 ajusta los puntos de búsqueda mostrados en la figura 8 según el grupo de direcciones de borde recibidas de la unidad de detección de dirección de bordes 102, 112, y 122. En los bloques 5 x 5 de la figura 8, las porciones sombreadas son formas de búsqueda reducidas.

15 La razón de hacerlo así es como se indica a continuación. Como una técnica de cálculo de un filtro NLM, se emplea un mecanismo que calcula SSD o SAD, que es un índice para el grado de similitud entre plantillas, usando confrontación de plantilla y ajusta ponderaciones que tienen ganancias exponenciales para el índice. Por lo tanto, en los alrededores de un borde agudo, es posible encontrar eficazmente una posición donde el grado de similitud es alto realizando un muestreo a lo largo de la dirección del borde. Por el contrario, el grado de similitud se reduce en gran medida en una posición distante de borde y, por lo tanto, las ponderaciones se convierten en valores pequeños y la influencia sobre el cálculo de una suma ponderada es pequeña. Por lo tanto, el muestreo se realiza intensamente a lo largo de la dirección del borde, de manera que es posible reducir la complejidad computacional suprimiendo al mismo tiempo un deterioro en el efecto de eliminación de ruido.

25 Ha de apreciarse que, en el ejemplo de figura 8, SSD y SAD, que se tratan como índices para el grado de similitud entre plantillas, en la posición central de un bloque 5 x 5 son siempre cero, y, por lo tanto, este punto se excluye de las diana de cálculo. Por consiguiente, aunque las dianas de cálculo son 24 puntos en total cuando los puntos de búsqueda son todos los puntos de un bloque 5 x 5, la complejidad computacional se convierte en 1/3 para VecIndex = 0, y la complejidad computacional se convierte en 5/12 para los otros VecIndices. Cuando todos los VecIndices aparecen igualmente, el valor teórico de los mismos es un poco más de 2/5.

30 [Resultados de la simulación]

35 Lo siguientes son resultados obtenidos calculando una dirección de borde para cada bloque 2 x 2 de una imagen diana que se ha reducido a 1/2 en la dirección vertical y la dirección horizontal, y realizando una simulación con el ajuste mostrado a continuación usando las técnicas mencionadas en el ejemplo 1 del método de detección de dirección de borde y el ejemplo 1 del método de ajuste de forma de búsqueda. Ha de apreciarse que el coeficiente de eliminación de ruido es el mejor valor obtenido por un cálculo repetitivo que repite un filtro NLM una pluralidad de veces para maximizar una relación señal-ruido pico (PSNR).

40 Con respecto a las imágenes diana de eliminación de ruido, se añadió un ruido aleatorio en el intervalo de +5 a -5 a una señal de luminancia de cada una de las secuencias mostradas a continuación, y la evaluación se realizó en cuanto al promedio de PSNR-Ys y el promedio de veces de procesamiento después de la filtración.

<Condiciones de simulación >

- 45 - Secuencias: BasketballDrive, BQTerrace, Cactus y ParkScene (Full-HD: 1920 x 1080)
- Tramas diana: primero 10 tramas de cada secuencia
- Forma de búsqueda: bloque 5 x 5
- Forma de plantilla: bloque 3 x 3

50 <Tiempo de procesamiento medio requerido para el filtro NLM >

Tabla 1: Tiempo de procesamiento medio requerido para el filtro NLM

Secuencia	PSNR-Y [dB]		Tiempo de procesamiento [ms]		PSNR-Y Presente técnica - Técnica convencional	Tiempo de procesamiento Presente técnica / Técnica convencional
	Técnica convencional	Presente técnica	Técnica convencional	Presente técnica		
BasketballDrive	41,55	41,47	529,41	230,51	-0,080	0,44
BQTerrace	40,31	40,34	529,14	253,79	0,030	0,48
Cactus	40,09	40,56	530,16	240,82	0,470	0,45
ParkScene	41,10	41,18	567,34	240,10	0,080	0,42
Average	40,76	40,89	539,01	241,31	0,125	0,45

Puede observarse a partir de la Tabla 1 que se genera un retraso debido a las influencias de la detección de una dirección de borde y ramificaciones condicionales como resultado de la aplicación de la dirección generada para cada bloque 2 x 2 en una imagen diana que se ha reducido a 1/2 en la dirección vertical y la dirección horizontal, pero el tiempo requerido para todos los filtros puede reducirse a aproximadamente el 45 % sobre la media sin reducir en gran medida la PSNR. Entre las secuencias, hay secuencias en las que una PSNR se aumenta adicionalmente sobre la media realizando intensamente muestreo a lo largo de una dirección de borde.

[Ejemplo 2 del método de detección de dirección de borde]

Como otro ejemplo de los métodos de detección de dirección de borde en la unidad de detección de dirección de bordes 102, 112 y 122, se proporcionará un ejemplo que aplica un filtro Sobel a una imagen diana de eliminación de ruido para detectar una dirección de borde y transmite un ángulo en radianes (Radianes). El operador Sobel que se ha descrito anteriormente mostrado en la figura 7A se aplica a píxeles circundantes, y el ángulo en radianes se calcula a partir de componentes en el eje x y el eje y (dx y dy) usando arco tangente ($-\pi/2$ a $\pi/2$). En este momento, cuando la suma absoluta de dx y dy es menor que un umbral Th, se ajusta un valor (EXatan: por ejemplo, 100) fuera del rango de salida del arco tangente ($-\pi/2$ a $\pi/2$).

Es decir, el ángulo en radianes (Radian) se define como se indica a continuación.

- Si $|dx| + |dy| < Th$, Radián = EXatan.

- Si la condición anterior no se satisface y $dy = 0$, Radián = $\pi/2$.

- De otro modo, Radián = $\arctan(dx/dy)$.

[Ejemplo 2 del método de ajuste de forma de búsqueda]

Como otro ejemplo de los métodos de ajuste de forma de búsqueda en la unidad de ajuste de forma de búsquedas 103, 113, y 123, se describirá un método ejemplar para reducir una forma de búsqueda de un bloque N x N dado de un aparato para todos los puntos de la forma de búsqueda usando un grupo de direcciones de borde en unidades de un ángulo en radianes descrito en el ejemplo 2 del método de detección de dirección de borde.

La figura 9A a la figura 9B son diagramas que ilustran un ejemplo del ajuste de una forma de búsqueda según un ángulo en radianes. La unidad de ajuste de forma de búsquedas 103, 113, y 123 ajusta los puntos de búsqueda con un círculo o una elipse mostrada en la figura 9A a la figura 9B como una forma de búsqueda según un ángulo en radianes recibida de la unidad de detección de dirección de bordes 102, 112 y 122.

Si el ángulo en radianes (Radian) es EXatan, los puntos de búsqueda en el círculo se ajustan como una forma de búsqueda en la que el diámetro de la forma ajustada es (N-1), como se muestra en la figura 9A.

Además, si el ángulo en radianes (Radián) es distinto de EXatan, los puntos de búsqueda en una elipse se ajustan como una forma de búsqueda en la que el eje mayor de la forma ajustada es $(N \times 2^{1/2})$ y el eje menor de la forma ajustada es $(N \times 2^{-1/2})$, como se muestra en la figura 9B.

[Quinta realización]

La figura 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de procesamiento de imagen según una quinta realización de la presente invención. Un aparato de procesamiento de imagen 13 está dotado de una unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 131 que incluye una unidad de detección de dirección de borde 132, una unidad de ajuste de forma de búsqueda 133, una unidad de ejecución de filtro NLM 134, una unidad de almacenamiento de fórmula de búsqueda 135, una unidad de almacenamiento de forma de plantilla 136, una unidad de ajuste de coeficiente de eliminación de ruido 137, una unidad de detección del grado de desviación 138, y una unidad de ajuste de forma de plantilla 139.

La quinta realización ilustra un ejemplo del aparato de procesamiento de imagen 13 que se usa como un filtro de bucle en un aparato de codificación de vídeo o un aparato de decodificación de vídeo. Las funciones fundamentales de la unidad de detección de dirección de borde 132, la unidad de ajuste de forma de búsqueda 133, la unidad de ejecución de filtro NLM 134, la unidad de almacenamiento de fórmula de búsqueda 135, y la unidad de almacenamiento de forma de plantilla 136 en la unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 131 son las mismas que las de la primera a la cuarta realizaciones que se han descrito anteriormente.

La unidad de ajuste de coeficiente de eliminación de ruido 137 genera coeficientes de eliminación de ruido que corresponden a posiciones de píxel de una imagen diana de eliminación de ruido usando un coeficiente de eliminación de ruido de referencia e información de codificación, que se proporcionan del exterior. En general, en una tasa media a una tasa baja, el ruido de bloque comienza a ser apreciable en límites unitarios de una unidad de procesamiento de predicción PredictionUnit y una unidad de procesamiento de transformada TransformUnit, y por lo

tanto, los coeficientes de eliminación de ruido en posiciones de píxel en la proximidad de estos límites se ajustan para que sean mayores que aquellos en el interior de un bloque, usando la información de codificación.

5 La unidad de detección del grado de desviación 138 y la unidad de ajuste de forma de plantilla 139 se proporcionan con el fin de introducir un proceso para limitar una forma de plantilla en una base píxel a píxel. En filtros NLM convencionales, se da generalmente una forma de plantilla como un valor fijo para toda la trama. Por el contrario, en la presente realización, como procesamiento previo de un filtro NLM por la unidad de ejecución de filtro NLM 134, la unidad de detección del grado de desviación 138 detecta los grados de desviación de los píxeles circundantes para cada uno de los píxeles de imagen diana de eliminación de ruido, y la unidad de ajuste de forma de plantilla 139 clasifica los grados de desviación detectados por la unidad de detección del grado de desviación 138 en múltiples niveles, y ajusta la forma de plantilla (pequeña a grande) de cada uno de los píxeles según el grado de desviación (alto a bajo).

15 La figura 11 es un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de procesamiento de imagen 13 mostrado en la figura 10. En primer lugar, en la etapa S131, la unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 131 adquiere un coeficiente de eliminación de ruido, una imagen diana de eliminación de ruido, e información de codificación que se introducen desde fuera.

20 En la etapa S132, la unidad de ajuste de coeficiente de eliminación de ruido 137 ajusta coeficientes de eliminación de ruido que corresponden a posiciones de píxel de la imagen diana de eliminación de ruido del coeficiente de eliminación de ruido de referencia de entrada y la información de codificación de entrada.

25 A continuación, en la etapa S133, la unidad de detección de dirección de borde 132 detecta direcciones de borde de la imagen diana de eliminación de ruido y transmite un grupo de direcciones de borde. En la etapa S134, la unidad de ajuste de forma de búsqueda 133 limita una entrada de forma de búsqueda de la unidad de almacenamiento de fórmula de búsqueda 135 según las direcciones de borde detectadas por la unidad de detección de dirección de borde 132 y ajusta un grupo de formas de búsqueda para los píxeles. Cuando la forma de búsqueda de entrada se trata como la forma máxima, el grupo ajustado de formas de búsqueda tiene formas de búsqueda que son menores que las de la forma de búsqueda de entrada.

30 En la etapa S135, la unidad de detección del grado de desviación 138 introduce la imagen diana de eliminación de ruido, calcula los grados de desviación entre un píxel diana y los píxeles circundantes, y transmite un grupo de grados de desviación que corresponde a cada píxel. En la etapa S136, la unidad de ajuste de forma de plantilla 139 ajusta y transmite una forma de plantilla limitada que corresponde a cada píxel usando el grupo de grados de desviación y una forma de plantilla predeterminada almacenada en la unidad de almacenamiento de forma de plantilla 136. Cuando la forma de plantilla está limitada, la forma de plantilla de entrada se trata como la forma máxima, y se aplica una limitación de manera que cuanto menor sea el grado de desviación, menor será forma de plantilla.

40 Finalmente, en la etapa S137, la unidad de ejecución de filtro NLM 134 ejecuta un filtro NLM según la información ajustada y transmite una imagen filtrada resultante.

45 La figura 12 es un diagrama que describe un ejemplo para limitar una forma de plantilla por la unidad de ajuste de forma de plantilla 139. Por ejemplo, se asume que una forma de plantilla designada desde fuera es un bloque 5 x 5 como se muestra en la figura 12 (A). Esta forma de plantilla se limita según los grados de desviación, como se muestra, por ejemplo, en la figura 12 (B). Cuando se usa SSD como el grado de similitud entre plantillas, se requieren operaciones que incluyen 24 sumas, 25 restas, y 25 multiplicaciones para la forma de plantilla original; por el contrario, limitando la forma de plantilla como se muestra en la figura 12 (B), únicamente se requieren operaciones que incluyen 12 sumas, 13 restas y 13 multiplicaciones y, por lo tanto, la complejidad computacional se reduce en aproximadamente el 50%.

50 El procesamiento por la unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 131 tiene el objetivo de eliminar el ruido debido a la codificación, y no asume la eliminación del ruido que se aplica uniformemente a la totalidad de una trama del procesamiento de imagen general tipo trama. El ruido debido a la codificación (distorsión de codificación) puede clasificarse aproximadamente en las siguientes etapas.

1. Desaparición de un patrón debido al suavizado
2. Ruido de mosquito alrededor de un borde debido a DCT
3. Ruido de bloque generado en los límites unitarios de PredictionUnit y TransformUnit

65 De estos, la presente realización no tiene el objetivo de restaurar un patrón perdido por el suavizado, ya que es muy difícil de hacer. Si se aplica un filtro NLM a tal región suavizada, en la que no hay ningún cambio en el valor del píxel, por lo tanto, la complejidad computacional se requiere a pesar de que no hay casi ningún cambio entre una señal de píxel antes del cálculo y una señal de píxel después del cálculo. La presente realización calcula los grados

de desviación de los píxeles circundantes para reducir la complejidad computacional que también se asigna a dicha región suavizada.

[Sexta realización]

5 La figura 13 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de procesamiento de imagen según una sexta realización de la presente invención. Un aparato de procesamiento de imagen 14 está dotado de una unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 141 que incluye una unidad de detección de dirección de borde 142, una unidad de ajuste de forma de búsqueda 143, un unidad de ejecución de filtro NLM 144, una
10 unidad de almacenamiento de fórmula de búsqueda 145, una unidad de almacenamiento de forma de plantilla 146, una unidad de ajuste de coeficiente de eliminación de ruido 147, una unidad de detección del grado de desviación 148, una unidad de ajuste de forma de plantilla 149, y una unidad de restablecimiento de forma de plantilla 1410.

15 Este aparato de procesamiento de imagen 14 es diferente del aparato de procesamiento de imagen 13 en la quinta realización en que se proporciona la unidad de restablecimiento de forma de plantilla 1410. La unidad de restablecimiento de forma de plantilla 1410 realiza un restablecimiento para limitar adicionalmente una forma de plantilla que se ha asignado excesivamente por la unidad de ajuste de forma de plantilla 149 con referencia a un grupo de direcciones de borde, un grupo de grados de desviación, e información de codificación. Específicamente,
20 se limita adicionalmente una forma de plantilla que es propensa a asignarse excesivamente a los alrededores del ruido de bloque, que es propenso a generarse en límites unitarios de PredictionUnit y TransformUnit.

La figura 14 es un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de procesamiento de imagen 14 mostrado en la figura 13. Los procesos de la etapa S141 a la etapa S146 son los mismos que los de la etapa S131 a la etapa S136 que se ha descrito con referencia a la figura 11. En la etapa S147, la unidad de restablecimiento de forma de plantilla
25 1410 restablece una forma de plantilla usando información de codificación e información de borde para reducir una asignación excesiva de la forma de plantilla ajustada en la etapa S146. Finalmente, en la etapa S148, la unidad de ejecución de filtro NLM 144 ejecuta un filtro NLM según la información ajustada y transmite una imagen filtrada resultante.

30 [Ejemplo del método de detección del grado de desviación]

Se describirá un ejemplo de los métodos de detección del grado de desviación en las unidades de detección del grado de desviación 138 y 148. La figura 15A a la figura 15B son diagramas que describen el ejemplo de los
35 métodos de detección del grado de desviación. Se dará una descripción para un caso en el que un píxel z mostrado en la figura 15A se ajusta como un píxel diana de eliminación de ruido y los números de a a x se asignan a sus píxeles circundantes. Aquí, la suma ponderada obtenida multiplicando las diferencias absolutas entre el píxel z y los píxeles circundantes (a a x) por los coeficientes que toman la atenuación dependiendo de la distancia en consideración se usa como un índice para el grado de desviación (DiffIntensity). Es decir, DiffIntensity se calcula mediante la siguiente ecuación.

40

$$\begin{aligned} \text{DiffIntensity} = & A (|h-z| + |l-z| + |m-z| + |q-z|) \\ & + B (|g-z| + |i-z| + |p-z| + |r-z|) \\ & + C (|c-z| + |k-z| + |n-z| + |v-z|) \\ & + D (|b-z| + |d-z| + |f-z| + |j-z| + |o-z| + |s-z| + |u-z| + |w-z|) \\ & + E (|a-z| + |e-z| + |t-z| + |x-z|) \end{aligned}$$

45 A a E en la ecuación son coeficientes determinados de antemano según las distancias entre el píxel diana y los píxeles circundantes, y se ajustan de forma arbitraria. Por ejemplo, puede aplicarse una distribución Gaussiana dependiendo de la distancia, etc., al ajuste de estos coeficientes A a E. Ha de apreciarse que no todos de A a E son necesariamente dianas, y es posible reducir la complejidad computacional del filtro, por ejemplo ajustando D a 0.

50 Tras completar el cálculo para todas las DiffIntensity, las unidades de detección del grado de desviación 138 y 148 transmiten un grupo de grados de desviación a las unidades de ajuste de forma de plantilla subordinadas 139 y 149.

Como alternativa, se contempla que el valor absoluto de un filtro Laplaciano, una suma de diferencia cuadrática (SSD), una varianza, etc., pueden aplicarse al cálculo de los grados de desviación.

55 Para reducir adicionalmente la complejidad computacional, también se contempla una técnica de ajuste de varios puntos de muestra como dianas de cálculo para cada bloque N x N que tiene un tamaño arbitrario para una imagen decodificada y el uso de los grados de desviación como valores típicos en posiciones de píxel de los mismos.

La figura 15B ilustra un ejemplo de debilitar el número de muestras. En este ejemplo, un bloque se divide en 2×2 , y el píxel izquierdo superior y el píxel derecho inferior son dianas de cálculo. Cuando el grado de desviación en este ejemplo se representa como $\text{DiffIntensity}_{2 \times 2}$, $\text{DiffIntensity}_{2 \times 2}$ se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$\text{DiffIntensity}_{2 \times 2} = \frac{(\text{DiffIntensity en posición de píxel de A} + \text{DiffIntensity en posición de píxel de D})}{2}$$

La anterior $\text{DiffIntensity}_{2 \times 2}$ se usa como un valor típico cuando se solicita una referencia a los grados de desviación en las posiciones de píxel de A a D. En este ejemplo, la complejidad computacional requerida para calcular los grados de desviación se reduce a aproximadamente la mitad.

[Ejemplo 1 del método de ajuste de forma de plantilla]

Como uno de los ejemplos de los métodos de ajuste de forma de plantilla en las unidades de ajuste de forma de plantilla 139 y 149, se proporcionará un ejemplo de una reducción en la forma de plantilla para todos los puntos de una forma de plantilla de referencia de un bloque 3×3 que se da a partir de un aparato usando un grupo de grados de desviación calculado por las unidades de detección del grado de desviación 138 y 148.

La figura 16 es un diagrama que ilustra un histograma de grados de desviación, así como la relación entre los umbrales y el ajuste de las regiones. Cuando la diana es una imagen natural, el histograma del grupo de grados de desviación se sesga a un valor inferior, y cuanto mayor es el grado de desviación, menor es la frecuencia de apariciones. Además, el histograma tiene la propiedad de que se sesga a un menor grado de desviación según el valor de un parámetro de cuantización se vuelve mayor.

Las unidades de ajuste de forma de plantilla 139 y 149 crean un histograma de un grupo de entrada de grados de desviación, dividen el histograma en cuatro, de manera que las relaciones entre las zonas de las mismas sean iguales entre sí, y ajustan formas de plantilla $\text{Tmp}_{\text{Shape}}$ para las regiones α a δ como se indica a continuación. El valor de un límite entre las regiones α y β se representa como $\text{Th}\alpha$, el valor de un límite entre las regiones β y γ se representa como $\text{Th}\beta$, y el valor de un límite entre las regiones γ y δ se representa como $\text{Th}\gamma$.

(1) Si el grado de desviación es menor que el umbral $\text{Th}\alpha$, $\text{Tmp}_{\text{Shape}} = \text{Ninguno}$ (el número de elementos es 0).

Cuando $\text{Tmp}_{\text{Shape}}$ es Ninguno, la confrontación de plantilla no se realiza.

(2) Si el grado de desviación es mayor que o igual al umbral $\text{Th}\alpha$ y menor que $\text{Th}\beta$, $\text{Tmp}_{\text{Shape}} = \text{Punto}$ (el número de elementos es 1).

Cuando $\text{Tmp}_{\text{Shape}}$ es Punto, únicamente se calcula SSD para un píxel diana y un píxel de un punto de búsqueda.

(3) Si el grado de desviación es mayor que o igual al umbral $\text{Th}\beta$ y menor que $\text{Th}\gamma$, $\text{Tmp}_{\text{Shape}} = \text{Cruce}$ (el número de elementos es 5).

Cuando $\text{Tmp}_{\text{Shape}}$ es Cruce, la confrontación se realiza usando una forma de plantilla de cinco píxeles que incluye el píxel diana y cuatro píxeles (superior, inferior, izquierda y derecha). (4) Si el grado de desviación es mayor que o igual al umbral $\text{Th}\gamma$, $\text{Tmp}_{\text{Shape}} = \text{Block}_{3 \times 3}$ (el número de elementos es 9).

Cuando $\text{Tmp}_{\text{Shape}}$ es $\text{Block}_{3 \times 3}$, se realiza la confrontación para todos los puntos de una forma de plantilla de un bloque 3×3 .

En comparación con una técnica para realizar una confrontación para todos los puntos de una forma de plantilla de un bloque 3×3 y para todos los puntos de búsqueda, las siguientes complejidades computacionales se obtienen introduciendo la presente técnica.

Región α : complejidad computacional 0

Región β : complejidad computacional 1/9

Región γ : complejidad computacional 5/9

Región δ : complejidad computacional 1

Dado que cada región ocupa 1/4 de toda la trama, la complejidad computacional total es 5/12, y el valor teórico de la complejidad computacional puede reducirse a aproximadamente poco menos de 1/2.

Lo siguientes es la razón por la que la forma de plantilla se determina según el tamaño del grado de desviación de esta manera. Una señal que tiene un alto grado de desviación tiende a aparecer en los alrededores de un borde fuerte, y después aparecen un borde débil, ruido de mosquito debido a DCT, ruido en el momento de tomar una imagen, etc. como una señal que tiene un bajo grado de desviación con respecto a un grado medio de desviación. Puesto que un filtro NLM tiene una propiedad que es eficaz particularmente en los alrededores de un borde, la presente realización asigna una gran forma de plantilla a una región (región δ) donde el grado de desviación es alto, suprimiendo así un deterioro en el efecto de eliminación de ruido.

10 [Ejemplo 2 del método de ajuste de forma de plantilla]

Como otro ejemplo de los métodos de ajuste de forma de plantilla en las unidades de ajuste de forma de plantilla 139 y 149, se proporcionará un ejemplo de una reducción en la forma de plantilla para todos los puntos de una forma de plantilla de referencia de un bloque $N \times N$ que se da a partir de un aparato usando un grupo de grados de desviación calculado por las unidades de detección del grado de desviación 138 y 148.

La figura 17A a la figura 17B son diagramas que describen un ejemplo del ajuste del número de muestras según la relación de integración. Las unidades de ajuste de forma de plantilla 139 y 149 crean un histograma del grupo de grados de desviación, y ajustan una forma de plantilla usando la relación entre los valores integrados de una función f (DiffIntensity) (figura 17B) que representa la distribución de los grados de desviación, donde el grado de desviación de un píxel diana de eliminación de ruido en el histograma se representa como $Th_{Intensity}$.

Es decir, cuando la forma de plantilla de referencia se da como un bloque $N \times N$ como se muestra en la figura 17A, la forma de plantilla reducida se ajusta a un círculo y su diámetro se determina como se indica a continuación.

25

$$\text{Forma ajustada (diámetro)} = \frac{N \times \{ \text{valor integrado de } f(\text{DiffIntensity}) \text{ de } 0 \text{ a } Th_{Intensity} \}}{\{ \text{valor integrado de } f(\text{DiffIntensity}) \text{ de } 0 \text{ a valor máximo Máx} \}}$$

Por consiguiente, es posible realizar una confrontación de plantilla eficaz usando una pequeña forma de plantilla cuando el grado de desviación es bajo y usando una forma de plantilla grande cuando el grado de desviación es alto.

30

[Ejemplo del método de restablecimiento de forma de plantilla]

Como uno de los ejemplos del método de restablecimiento de forma de plantilla en la unidad de restablecimiento de forma de plantilla 1410, se describirá un ejemplo en el que la forma de plantilla ajustada por la unidad de ajuste de forma de plantilla 149 mostrada en la figura 16 se restablece usando el grupo de grados de desviación transmitido por la unidad de detección del grado de desviación 148 mostrada en la figura 15B, el grupo de direcciones de borde mostrado en la figura 7B a la figura 7C, e información de codificación, para reducir adicionalmente el tamaño de la forma de plantilla.

35

La figura 18A a la figura 18C son diagramas que describen un método de restablecimiento de forma de plantilla. En primer lugar, se adquiere un tamaño de unidad de TransformUnit, que es una unidad de un proceso de transformada tal como DCT, a partir de la información codificada, y N píxeles en las proximidades de un borde externo de cada unidad se ajustan como una región diana de restablecimiento como se muestra en la figura 18A. Con respecto a las demás regiones, el resultado de restablecimiento de la unidad de ajuste de forma de plantilla que se ha descrito anteriormente 149 se usa sin modificación.

40

45

Cuando se usa un grupo de direcciones de borde, como se muestra en la figura 18B, VecIndices tienden a sesgarse a 1 en las porciones superior e inferior del borde exterior de la unidad donde puede apreciarse un sonido de bloque, VecIndices tienden a sesgarse a 6 en las porciones izquierda y derecha del borde exterior de la unidad, y se detectan altos grados de desviación en estas porciones límite. Además, en una región de parámetros de cuantización grande donde aparece un ruido de bloque apreciable, una región relativamente plana tiende a aparecer en el interior de TransformUnit.

50

Es decir, en una región de tasa media a una región de tasa baja, donde un parámetro de cuantización QP es grande, si la característica como se muestra en la figura 18B se satisface en la región diana de ajuste en la figura 18A, existe una alta posibilidad de que se genere ruido de bloque. Con respecto a las posiciones de píxel en límites de bloque donde los VecIndices se sesgan a 1 o 6, el resultado del cálculo usando una forma de plantilla grande es casi el mismo que usando una forma de plantilla pequeña. Sin embargo, una forma de plantilla grande se ajusta si se detecta un borde agudo en un límite de bloque, que da como resultado ineficiencia. Por lo tanto, la unidad de restablecimiento de forma de plantilla 1410 revisa la forma de plantilla para resolver el problema de la ineficiencia.

55

60

Como una técnica de resolución específica, por ejemplo, es posible la siguiente técnica. El siguiente ajuste se realiza en cada posición de píxel usando los umbrales predeterminados Th_{1QP} y Th_{2QP} (donde $Th_{1QP} < Th_{2QP}$) para el

parámetro de cuantización QP y los umbrales predeterminados $Th1_{Diff}$ y $Th2_{Diff}$ (donde $Th1_{Diff} < Th2_{Diff}$) para el grado de desviación $DiffIntensity$. De este modo, es posible reducir la complejidad computacional suprimiendo al mismo tiempo un deterioro en el efecto de eliminación de ruido. Ha de apreciarse que se asume que $Th1_{Diff}$ y $Th2_{Diff}$ varían según el parámetro de cuantización QP.

5 Si se satisface la siguiente condición, una forma de plantilla Tmp_{Shape} se ajusta según un algoritmo ramificado de restablecimiento descrito a continuación.

10 [Condición 1]: Los $VecIndices$ en posiciones de píxel diana en posiciones de píxel en la región diana de ajuste de las porciones superior e inferior del borde exterior de la unidad son 1 (un borde horizontal) o 0 (una región plana), y los $VecIndices$ en posiciones de píxel adyacentes en el interior de la unidad son 0 (una región plana).

15 [Condición 2]: O, los $VecIndices$ en posiciones de píxel diana en posiciones de píxel en la región diana de ajuste de las porciones izquierda y derecha del borde exterior de la unidad son 6 (un borde vertical) o 0 (una región plana), y los $VecIndices$ en las posiciones de píxel adyacentes en el interior de la unidad son 0 (una región plana).

Ejemplo de "Algoritmo de ramificación de restablecimiento"

20 (1) Si el parámetro de cuantización $QP > umbral Th2_{QP}$, forma de plantilla Tmp_{Shape} es $Block_{3x3}$ o Cruce, y el grado de desviación $DiffIntensity > umbral Th1_{Diff}$, Tmp_{Shape} se restablece al Punto (el número de elementos es 1).

25 (2) Si la condición anterior no se satisface, parámetro de cuantización $QP > umbral Th1_{QP}$, forma de plantilla Tmp_{Shape} es $Block_{3x3}$, y grado de desviación $DiffIntensity > umbral Th2_{Diff}$, Tmp_{Shape} se restablece al Punto (el número de elementos es 1).

(3) Si las condiciones anteriores no se satisfacen, parámetro de cuantización $QP > umbral Th1_{QP}$, forma de plantilla Tmp_{Shape} es $Block_{3x3}$, y grado de desviación $DiffIntensity > umbral Th1_{Diff}$, Tmp_{Shape} se restablece a Cruce (el número de elementos es 5).

30 (4) Si las condiciones anteriores no se satisfacen, parámetro de cuantización $QP > umbral Th1_{QP}$, forma de plantilla Tmp_{Shape} es Cruce, y grado de desviación $DiffIntensity > Th1_{Diff}$, Tmp_{Shape} se restablece a Punto (el número de elementos es 1).

35 (5) Si las anteriores condiciones (1) a (4) no se satisfacen, el procesamiento se completa sin restablecer Tmp_{Shape} .

40 Dado que los $VecIndices$ generados por el ruido de bloque no pueden predecirse para las regiones E, F, G y H en las cuatro esquinas en la figura 18C, la forma de plantilla se restablece para todas las posiciones de píxel dentro de las regiones usando las ramas de restablecimiento que se han descrito anteriormente (1) a (5), si se satisfacen las siguientes condiciones.

- Región E: hay un píxel que satisface las condiciones anteriores entre un grupo de píxeles de una región A, que está adyacente a la derecha del mismo, y un grupo de píxeles de una región C, que está adyacente a continuación del mismo.

45 - Región F: hay un píxel que satisface las condiciones anteriores entre el grupo de píxeles de la región A, que está adyacente a la izquierda del mismo, y un grupo de píxeles de una región D, que está adyacente a continuación del mismo.

50 - Región G: hay un píxel que satisface las condiciones anteriores entre un grupo de píxeles de una región B, que está adyacente a la derecha del mismo, y el grupo de píxeles de la región C, que está adyacente por encima del mismo.

55 - Región H: hay un píxel que satisface las condiciones anteriores entre el grupo de píxeles de la región B, que está adyacente a la izquierda del mismo, y el grupo de píxeles de la región D, que está adyacente por encima del mismo.

60 La presente realización demuestra un ejemplo en el que la complejidad computacional se reduce para un grupo de píxeles en límites de bloque; por el contrario, también es posible una implementación en la que Tmp_{Shape} se ajusta a Ninguno para todo del grupo de píxeles en el interior de un bloque, la confrontación de plantilla no se realiza en esta porción, y un filtro de eliminación de ruido se aplica únicamente a los límites de bloque para reducir en gran medida la complejidad computacional.

65 Ha de apreciarse que la quinta realización y la sexta realización describen ejemplos en los que las unidades de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 131 y 141 conservan una forma de búsqueda de referencia y una forma de plantilla de referencia como valores fijos, pero también es posible una implementación que suministre una o ambas de ellas desde el exterior.

[Ejemplo de aplicación a aparato de codificación de vídeo]

La figura 19 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de codificación de vídeo al que se aplica una realización de la presente invención. Las unidades de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 101 a 141 descritas como la primera realización a la sexta realización pueden usarse como una unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 313, que es un filtro de bucle en el aparato de codificación de vídeo mostrado en la figura 19. Por lo tanto, es posible aumentar la eficiencia de codificación en comparación con un caso en el que se usa un filtro de desbloqueo común convencional. Además, es posible reducir en gran medida la complejidad computacional para eliminar el ruido de una imagen decodificada en comparación con un caso en el que se usa un filtro NLM convencional sin modificación. Ha de apreciarse que la figura 19 ilustra un ejemplo en el que las unidades de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 131 y 141 conservan tanto una forma de búsqueda de referencia como una forma de plantilla de referencia como valores fijos. Además, se ilustra un ejemplo en el que como el coeficiente de eliminación de ruido, se determina un coeficiente de eliminación de ruido que proporciona la eficiencia de codificación óptima en comparación con la de una imagen original, que se codifica en un flujo de bits como sobrecarga del coeficiente de eliminación de ruido. Cuando uno o ambos de una forma de búsqueda y una forma de plantilla se suministran desde fuera a través, por ejemplo, de los ajustes del usuario, es necesario transmitir estas formas a un aparato de decodificación, pero los ajustes desde fuera pueden realizarse codificando estas formas como una sobrecarga similar al coeficiente de eliminación de ruido y, por lo tanto, una descripción de la misma se omite en el ejemplo de aplicación al presente aparato de codificación y en un ejemplo de aplicación a un aparato de decodificación.

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá el aparato de codificación de vídeo mostrado en la figura 19. Una unidad de almacenamiento de imagen original 301 es una unidad de almacenamiento para todas las imágenes de una secuencia de entrada, que es una diana de codificación, y transmite secuencialmente imágenes diana de codificación de tramas.

Una unidad de determinación de tamaño de bloque 302 determina un tamaño de bloque, con la que se divide una CodingUnit predeterminada y se ejecuta la codificación, y transmite un bloque diana y el tamaño de bloque. Una unidad de determinación de tamaño de predicción 303 determina un tamaño de predicción de bloque, con la que se predicen los valores de píxel del bloque diana, y transmite un bloque diana y el tamaño de predicción. Una unidad de determinación de técnica de predicción 304 determina una técnica que proporciona la mayor eficiencia de codificación entre técnicas que incluyen predicción intra-trama y predicción inter-trama cuando los valores de píxel del bloque diana se predicen, y transmite un bloque de predicción e información de predicción cuando se usa esa técnica. La diferencia entre el bloque diana transmitido por la unidad de determinación de tamaño de predicción 303 y el bloque de predicción se calcula para generar un bloque de diferencia.

Una unidad de determinación de tamaño de transformada 305 determina un tamaño de la transformada, con la que se divide el bloque de diferencia, y transmite bloques de diferencia divididos que tienen el tamaño de transformada, así como el tamaño de transformada. Una unidad de transformada de coseno discreta 306 aplica una transformada de coseno discreta a los bloques de diferencia y transmite coeficientes DCT. Una unidad de cuantización 307 cuantiza los coeficientes DCT y transmite coeficientes DCT cuantizados.

Una unidad de cuantización inversa 308 realiza una cuantización inversa sobre los coeficientes DCT cuantizados para restaurar los coeficientes DCT. Una unidad de transformada de coseno discreta inversa 309 aplica una transformada de coseno discreta inversa a los coeficientes DCT y transmite un bloque de diferencia decodificado. El bloque de diferencia decodificado se añade al bloque de predicción para generar una imagen decodificada parcial. Una unidad de almacenamiento de imagen decodificada 310 es una unidad de almacenamiento para almacenar la imagen o imágenes decodificadas parciales que también pueden remitirse al aparato de decodificación. Una unidad de predicción intra-trama 311 se refiere a la imagen decodificada parcial almacenada en la unidad de almacenamiento de imagen decodificada 310 y transmite un bloque de predicción e información de predicción.

Una unidad de determinación de coeficiente de eliminación de ruido 312 determina un coeficiente de eliminación de ruido que proporciona la eficiencia de codificación óptima con referencia a una imagen decodificada y la imagen original, y transmite el coeficiente de eliminación de ruido. La unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 313 realiza un proceso de filtro para reducir la distorsión de codificación descrita en la primera a sextas realizaciones que se han descrito anteriormente, etc., con referencia a la imagen decodificada para generar una imagen decodificada filtrada.

Una unidad de procesamiento de filtro de bucle adaptativo (ALF) 314 realiza un proceso de filtro en la imagen decodificada filtrada para que sea cercana a la imagen original, y transmite una imagen decodificada por ALF y coeficientes ALF. Una memoria intermedia de trama 315 es una unidad de almacenamiento para almacenar la imagen decodificada por ALF. Una unidad de predicción inter-trama 316 se refiere a la memoria intermedia de trama 315 y transmite un bloque de predicción e información de predicción.

Una unidad de codificación de información de secuencia 317 codifica información única para la secuencia de entrada, tal como los números de píxeles en la dirección vertical y la dirección horizontal de vídeo, y después

transmite una sobrecarga de información de secuencia a una unidad de almacenamiento de flujo de bits 325. Una unidad de codificación de tamaño de bloque 318 recibe el tamaño de bloque de la unidad de determinación de tamaño de bloque 302, realiza la codificación, y después transmite una sobrecarga de tamaño de bloque. Una unidad de codificación de tamaño de predicción 319 recibe el tamaño de predicción de la unidad de determinación de tamaño de predicción 303, realiza la codificación, y después transmite una sobrecarga de tamaño de predicción. Una unidad de codificación de información de predicción 320 recibe la información de predicción de la unidad de determinación de técnica de predicción 304, realiza la codificación, y después transmite una sobrecarga de información de predicción.

Una unidad de codificación de tamaño de transformada 321 recibe el tamaño de transformada de la unidad de determinación de tamaño de transformada 305, realiza la codificación, y después transmite una sobrecarga de tamaño de transformada. Una unidad de codificación de coeficiente DCT cuantizado 322 recibe los coeficientes DCT cuantizados de la unidad de cuantización 307, realiza la codificación, y después transmite una sobrecarga de DCT. Una unidad de codificación de coeficiente de eliminación de ruido 323 recibe el coeficiente de eliminación de ruido determinado por la unidad de determinación de coeficiente de eliminación de ruido 312, realiza la codificación, y después transmite una sobrecarga de coeficiente de eliminación de ruido. Una unidad de codificación de coeficiente ALF 324 recibe los coeficientes ALF, realiza la codificación, y después transmite una sobre carga ALF. La unidad de almacenamiento de flujo de bits 325 es una unidad de almacenamiento para almacenar cada sobrecarga, y transmite un flujo de bits como un resultado de codificación tras la finalización de la codificación de toda la secuencia.

Una unidad de almacenamiento de información de codificación 326 es una unidad de almacenamiento para almacenar información de codificación que puede remitirse al aparato de decodificación. Esta información de codificación almacenada en la unidad de almacenamiento de información de codificación 326 se refiere a y se usa por la unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 313 y otras unidades.

[Flujo de procesamiento del aparato de codificación de vídeo]

La figura 20 y la figura 21 ilustran un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de codificación de vídeo mostrado en la figura 19. El aparato de codificación de vídeo realiza los siguientes procesos.

- En primer lugar, en la etapa S301, una secuencia de entrada se almacena en la unidad de almacenamiento de imagen original 301.
- A continuación, en la etapa S302, la información de secuencia se codifica y se almacena en la unidad de almacenamiento de flujo de bits 325.
- A continuación, en la etapa S303, un proceso de bucle hasta la etapa S318 se realiza en todas las tramas diana de codificación.
- A continuación, en la etapa S304, un proceso de bucle hasta la etapa S314 se realiza en todas las CodingUnits (CU) de una imagen diana de codificación.
- A continuación, en la etapa S305, se determina un tamaño de bloque, se codifica y se almacena en la unidad de almacenamiento de flujo de bits 325.
- A continuación, en la etapa S306, un tamaño de predicción se determina, se codifica y se almacena en la unidad de almacenamiento de flujo de bits 325.
- A continuación, en la etapa S307, se calcula la diferencia entre un bloque diana y una técnica que proporciona la mayor eficiencia de codificación entre un bloque de predicción de predicción intra-trama y un bloque de predicción de predicción inter-trama.
- A continuación, en la etapa S308, la información de predicción se almacena en la unidad de almacenamiento de flujo de bits 325.
- A continuación, en la etapa S309, un tamaño de transformada se determina, se codifica y se almacena en la unidad de almacenamiento de flujo de bits 325.
- A continuación, en la etapa S310, se realiza una transformada de coseno discreta (DCT).
- A continuación, en la etapa S311, se realiza una cuantización, y los coeficientes DCT cuantizados se codifican y se almacenan en la unidad de almacenamiento de flujo de bits 325.
- A continuación, en la etapa S312, se realizan una cuantización inversa y una transformada de coseno discreta inversa.

- A continuación, en la etapa S313, el bloque de predicción aplicado en la etapa S307 se añade a un bloque de diferencia decodificado después de la transformada inversa.

5 - A continuación, en la etapa S314, una imagen decodificada parcial obtenida por la adición se almacena en la unidad de almacenamiento de imagen decodificada 310.

10 - Tras la finalización del proceso de bucle para todas las CU de la imagen diana de codificación, en la etapa S315, un coeficiente de eliminación de ruido que proporciona la eficiencia de codificación óptima se calcula usando la imagen decodificada y la imagen original.

15 - A continuación, en la etapa S316, un proceso de filtro de eliminación de ruido que usa la presente técnica se ejecuta en la imagen decodificada usando el coeficiente de eliminación de ruido calculado, y el coeficiente de eliminación de ruido se codifica y se almacena en la unidad de almacenamiento de flujo de bits 325.

- A continuación, en la etapa S317, se ejecuta un filtro de bucle adaptativo (ALF), y los coeficientes ALF se codifican y se almacenan en la unidad de almacenamiento de flujo de bits 325.

20 - A continuación, en la etapa S318, una imagen decodificada por ALF se almacena en la memoria intermedia de trama 315.

- Tras la finalización del proceso de bucle para todas las tramas diana de codificación, en la etapa S319, se transmite un flujo de bits y se completa el procesamiento.

25 [Ejemplo de aplicación a aparato de decodificación de vídeo]

30 La figura 22 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un aparato de decodificación de vídeo al que se aplica una realización de la presente invención. Las unidades de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 101 a 141 descritas como la primera a sexta realizaciones, pueden usarse como una unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 415, que es un filtro de bucle en el aparato de decodificación de vídeo que se muestra en la figura 22. Por lo tanto, es posible reducir en gran medida la complejidad computacional en comparación con un caso en el que se usa un filtro NLM convencional sin purificación.

35 En lo sucesivo en el presente documento, se describirá el aparato de decodificación de vídeo mostrado en la figura 22. Una unidad de almacenamiento de flujo de bits 401 es una unidad de almacenamiento para un flujo de bits de entrada, y transmite cada pieza de información de sobrecarga según surja la necesidad. Una unidad de decodificación de información de secuencia 402 recibe la sobrecarga de información de secuencia, y decodifica la información única para una secuencia tal como los números de píxeles en la dirección vertical y la dirección horizontal de vídeo.

40 Una unidad de decodificación de tamaño de bloque 403 recibe la sobrecarga de tamaño de bloque, y decodifica la información que indica un tamaño de bloque, con la que se divide una CodingUnit predeterminada y se codifica. Una unidad de decodificación de tamaño de predicción 404 recibe la sobrecarga de tamaño de predicción y transmite un tamaño de predicción aplicado en el aparato de codificación de vídeo.

45 Una unidad de decodificación de información de predicción 405 recibe la sobrecarga de información de predicción y transmite información de predicción. Una unidad de decodificación de tamaño de transformada 406 recibe la sobrecarga de tamaño de transformada y transmite un tamaño de transformada aplicado en el aparato de codificación de vídeo. Una unidad de decodificación de coeficiente DCT cuantizado 407 recibe el tamaño de transformada y la sobrecarga de DCT y transmite coeficientes DCT cuantizados. Una unidad de codificación de coeficiente de eliminación de ruido 408 recibe la sobrecarga de coeficiente de eliminación de ruido y transmite un coeficiente de eliminación de ruido. Una unidad de decodificación de coeficiente ALF 409 recibe la sobre carga ALF y transmite coeficientes ALF.

50 Una unidad de cuantización inversa 410 realiza una cuantización inversa en los coeficientes DCT cuantizados para restaurar los coeficientes DCT. Una unidad de transformada de coseno discreta inversa 411 aplica una transformada de coseno discreta inversa a los coeficientes DCT y transmite una señal de diferencia decodificada. Una unidad de generación de bloque de predicción 412 recibe la información de predicción, una imagen decodificada parcial, y una trama de referencia, y genera un bloque de predicción. Una unidad de generación de imagen decodificada parcial 413 añade el bloque de predicción a la señal de diferencia decodificada para generar la imagen decodificada parcial. Una unidad de almacenamiento de imagen decodificada 414 es una unidad de almacenamiento para almacenar la imagen decodificada parcial.

65 La unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 415 realiza un proceso de filtro para reducir la distorsión de codificación que se describe en la primera a sexta realizaciones que se han descrito anteriormente, etc., con referencia a la imagen decodificada para generar una imagen decodificada filtrada.

Una unidad de procesamiento ALF 416 recibe los coeficientes ALF, realiza un proceso de filtro en la imagen decodificada filtrada para que sea cercana a la imagen original, y transmite una imagen decodificada por ALF. Ha de apreciarse que esta imagen decodificada por ALF se convierte en una imagen decodificada final en la decodificación. Una memoria intermedia de trama 417 es una unidad de almacenamiento para almacenar la imagen decodificada por ALF. Una unidad de almacenamiento de información de codificación 418 es una unidad de almacenamiento para almacenar información de codificación, y esta información de codificación almacenada en la unidad de almacenamiento de información de codificación 418 se refiere a y se usa por la unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido 415 y otras unidades.

[Flujo de procesamiento de aparato de decodificación de vídeo]

La figura 23 y la figura 24 ilustran un diagrama de flujo del procesamiento del aparato de decodificación de vídeo mostrado en la figura 22. El aparato de decodificación de vídeo realiza los siguientes procesos.

- En primer lugar, en la etapa S401, un flujo de bits de entrada se almacena en la unidad de almacenamiento de flujo de bits 401.

- A continuación, en la etapa S402, la información de secuencia se decodifica.

- A continuación, en la etapa S403, un proceso de bucle hasta la etapa S414 se realiza en todas las tramas diana de decodificación.

- A continuación, en la etapa S404, un proceso de bucle hasta la etapa S411 se realiza en todas las CodingUnits (CU) de una imagen diana de decodificación.

- A continuación, en la etapa S405, un tamaño de bloque se decodifica.

- A continuación, en la etapa S406, un tamaño de predicción se decodifica.

- A continuación, en la etapa S407, la información de predicción se decodifica y se genera un bloque de predicción.

- A continuación, en la etapa S408, un tamaño de transformada se decodifica.

- A continuación, en la etapa S409, los coeficientes DCT cuantizados se decodifican.

- A continuación, en la etapa S410, se realizan una cuantización inversa y una transformada de coseno discreta inversa.

- A continuación, en la etapa S411, un bloque decodificado se genera usando el bloque de predicción de la etapa S407 y el resultado de la etapa S410 y se almacena en la unidad de almacenamiento de imagen decodificada 414.

- Tras la finalización del proceso de bucle para todas las CU de la imagen diana de decodificación, en la etapa S412, un coeficiente de eliminación de ruido se decodifica, y un proceso de filtro de eliminación de ruido que usa la presente técnica se ejecuta en una imagen decodificada parcial.

- A continuación, en la etapa S413, los coeficientes ALF se decodifican, y se ejecuta un proceso ALF.

- A continuación, en la etapa S414, una imagen decodificada por ALF se almacena en la memoria intermedia de trama 417.

- Tras la finalización del proceso de bucle para todas las tramas diana de decodificación, en la etapa S415, las tramas de la memoria intermedia de trama 417 se transmiten en el orden de número de trama para generar una secuencia de salida, y el procesamiento se completa.

[Efecto de reducción en la complejidad computacional]

Se confirmó que cuando se aplica un filtro de eliminación de ruido según la presente técnica a la codificación de vídeo convencional, es posible reducir la complejidad computacional requerida para el filtro anterior en aproximadamente del 50 al 75 % suprimiendo al mismo tiempo un deterioro en PSNR, en comparación con una técnica que incorpora un filtro NLM convencional (un filtro de eliminación de ruido según el método de medios no locales) en los estándares de codificación de vídeo de próxima generación.

[Ejemplo de configuración cuando se usa un programa de software]

Los procesos del anterior procesamiento de imagen, codificación de vídeo y decodificación de vídeo también pueden

realizarse por un ordenador y un programa de software, el programa puede grabarse en un medio legible por ordenador, y el programa puede proporcionarse a través de una red.

5 La figura 25 ilustra un ejemplo de una configuración de un sistema cuando una realización de la presente invención se implementa usando un ordenador y un programa de software.

10 El presente sistema se configura de tal forma que una unidad central de procesamiento (CPU) 50 que ejecuta un programa, una memoria 51, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), que almacena el programa y datos a los que se accede por la CPU 50, una unidad de almacenamiento de señal de vídeo 52 que almacena señales de imagen diana de eliminación de ruido, una señal de vídeo diana de codificación, o una señal de vídeo de imágenes decodificadas, una unidad de almacenamiento de programa 53 que almacena el programa para hacer que la CPU 50 ejecute los procesos descritos en las realizaciones de la presente invención, y una unidad de almacenamiento de flujo codificado 54 que almacena un flujo de bits como un resultado de codificación o un flujo de bits diana de decodificación están conectados entre sí a través de un bus.

15 La unidad de almacenamiento de programa 53 almacena uno de un programa de procesamiento de imagen 531 para eliminar el ruido de una imagen de señal usando una realización de la presente invención, un programa de codificación de vídeo 532 para codificar una señal de vídeo usando una realización de la presente invención, y un programa de decodificación de vídeo 533 para decodificar un flujo de bits codificado usando una realización de la presente invención. La unidad de almacenamiento de programa 53 no almacena necesariamente todos estos programas.

20 Cuando el presente sistema se usa para eliminar el ruido de una señal de imagen, el programa de procesamiento de imagen 531 se carga en la memoria 51, la CPU 50 secuencialmente busca y ejecuta instrucciones del programa de procesamiento de imagen 531 cargadas en la memoria 51, introduce imágenes de una señal de vídeo almacenada en la unidad de almacenamiento de señal de vídeo 52, elimina el ruido usando la técnica descrita en una realización de la presente invención, y se realiza el almacenamiento en la unidad de almacenamiento de señal de vídeo 52.

30 Además, cuando el presente sistema se usa como un aparato de codificación de vídeo, el programa de codificación de vídeo 532 se carga en la memoria 51, el CPU 50 secuencialmente busca y ejecuta instrucciones del programa de codificación de vídeo 532 cargadas en la memoria 51, codifica una señal de vídeo almacenada en la unidad de almacenamiento de señal de vídeo 52 usando la técnica descrita en una realización de la presente invención, y almacena un flujo de bits como un resultado de codificación en la unidad de almacenamiento de flujo codificado 54. Como alternativa, el flujo de bits puede transmitirse a un aparato externo a través de una interfaz, tal como un adaptador de red.

40 Además, cuando el presente sistema se usa como un aparato de decodificación de vídeo, el programa de decodificación de vídeo 533 se carga en la memoria 51, la CPU 50 secuencialmente busca y ejecuta instrucciones del programa de decodificación de vídeo 533 cargadas en la memoria 51, decodifica un flujo de bits almacenado en la unidad de almacenamiento de flujo codificado 54 usando la técnica descrita en una realización de la presente invención, y almacena una señal de vídeo como resultado de decodificación en la unidad de almacenamiento de señal de vídeo 52. Como alternativa, la señal de vídeo como el resultado de decodificación se transmite a un aparato de reproducción externo.

45 En particular, una realización de la presente invención se usa en un proceso de filtro de bucle en el programa de codificación de vídeo 532 y el programa de decodificación de vídeo 533, y la porción de programa de este proceso de filtro de bucle puede compartirse por el programa de codificación de vídeo 532 y el programa de decodificación de vídeo 533.

50 Aunque las realizaciones de la presente invención se han descrito anteriormente en detalle con referencia a los dibujos, la configuración específica no se limita a estas realizaciones, y también se incluyen diseños y así sucesivamente (adición, omisión, reemplazo y otras modificaciones de configuración) que no se apartan de la idea esencial de la presente invención. La presente invención no se limita por la descripción anterior, y se limita únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

55 **Capacidad de aplicación industrial**

60 Por ejemplo, la presente invención puede usarse para reducir el ruido en el momento de tomar una imagen y un deterioro de una imagen deteriorada. La presente invención puede reducir la complejidad computacional de un filtro de eliminación de ruido suprimiendo al mismo tiempo una reducción en la eficiencia de codificación.

Descripción de los números de referencia

65 10, 11, 12, 13, 14 aparato de procesamiento de imagen

101, 111, 121, 131, 141 unidad de procesamiento de filtro de eliminación de ruido

- 102, 112, 122, 132, 142 unidad de detección de dirección de borde
- 5 103, 113, 123, 133, 143 unidad de ajuste de forma de búsqueda
- 104, 114, 124, 134, 144 unidad de ejecución de filtro NLM
- 115 unidad de cálculo de coeficiente de eliminación de ruido
- 10 125, 135, 145 unidad de almacenamiento de formula de búsqueda
- 126, 136, 146 unidad de almacenamiento de forma de plantilla
- 15 137, 147 unidad de ajuste de coeficiente de eliminación de ruido
- 138, 148 unidad de detección del grado de desviación
- 139, 149 unidad de ajuste de forma de plantilla
- 20 1410 unidad de restablecimiento de forma de plantilla

REIVINDICACIONES

1. Un método de procesamiento de imagen que realiza una confrontación de plantilla entre una plantilla que es una fuente de comparación para un píxel diana de eliminación de ruido en una imagen diana de eliminación de ruido y una plantilla para cada punto de búsqueda que son dianas de búsqueda en una forma de búsqueda en la imagen diana de eliminación de ruido y elimina el ruido del píxel diana con una ponderación según el grado de similitud entre las plantillas y la suma ponderada de valores de píxel en los punto de búsqueda, comprendiendo el método:
- 5 una etapa (S103, S134) de ajuste de una forma de búsqueda, y
- 10 una etapa (S104, S137) de ejecución de un proceso para realizar la confrontación de plantilla únicamente en los puntos de búsqueda en la forma de búsqueda ajustada y eliminar el ruido del píxel diana;
- 15 caracterizado porque el método de procesamiento de imagen comprende adicionalmente una etapa (S102, S133) de cálculo de una dirección de borde usando la imagen diana de eliminación de ruido, y
- 20 la etapa de ajustar la forma de búsqueda ajusta una forma de búsqueda en la que el número de puntos de búsqueda a lo largo de la dirección perpendicular a la dirección de borde es menor que el número de puntos de búsqueda a lo largo de la dirección de borde.
2. Un aparato de procesamiento de imagen que realiza una confrontación de plantilla entre una plantilla que es una fuente de comparación para un píxel diana de eliminación de ruido en una imagen diana de eliminación de ruido y una plantilla para cada punto de búsqueda que son dianas de búsqueda en una forma de búsqueda en la imagen diana de eliminación de ruido y elimina el ruido del píxel diana con una ponderación según el grado de similitud entre las plantillas y la suma ponderada de valores de píxel en los punto de búsqueda, comprendiendo el aparato:
- 25 una unidad de ajuste de forma de búsqueda (103,133) que ajusta una forma de búsqueda, y
- 30 una unidad de ejecución de filtro (104, 134) que ejecuta un proceso para realizar la confrontación de plantilla únicamente en los puntos de búsqueda en la forma de búsqueda ajustada y eliminar el ruido del píxel diana;
- 35 caracterizado porque el aparato de procesamiento de imagen comprende adicionalmente una unidad de detección de dirección de borde (102, 132) que calcula una dirección de borde usando la imagen diana de eliminación de ruido, y
- 40 la unidad de ajuste de forma de búsqueda ajusta una forma de búsqueda en la que el número de puntos de búsqueda a lo largo de la dirección perpendicular a la dirección de borde es menor que el número de puntos de búsqueda a lo largo de la dirección de borde.
4. Un método de codificación/decodificación de vídeo que codifica o decodifica vídeo usando un filtro de bucle (101, 131), siendo el filtro de bucle un filtro que elimina el ruido de una imagen decodificada usando un método de procesamiento de imagen que realiza una confrontación de plantilla entre una plantilla que es una fuente de comparación para un píxel diana de eliminación de ruido en la imagen decodificada y una plantilla para cada punto de búsqueda que son dianas de búsqueda en una forma de búsqueda en la imagen decodificada y elimina el ruido del píxel diana con una ponderación según el grado de similitud entre las plantillas y la suma ponderada de valores de píxel en los punto de búsqueda, ejecutando el método de codificación/decodificación de vídeo:
- 45 una etapa (S103, S134) de ajuste de una forma de búsqueda, y
- 50 una etapa (S104, S137) de ejecución de un proceso para realizar la confrontación de plantilla únicamente en los puntos de búsqueda en la forma de búsqueda ajustada y eliminar el ruido del píxel diana;
- 55 caracterizado porque el método de codificación/decodificación de vídeo ejecuta adicionalmente una etapa (S102, S133) de cálculo de una dirección de borde usando la imagen decodificada, y
- 60 la etapa de ajustar la forma de búsqueda ajusta una forma de búsqueda en la que el número de puntos de búsqueda a lo largo de la dirección perpendicular a la dirección de borde es menor que el número de puntos de búsqueda a lo largo de la dirección de borde.
4. El método de codificación/decodificación de vídeo de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el filtro de bucle ejecuta adicionalmente:
- 65 una etapa (S135) para calcular el grado de desviación del píxel diana de un píxel circundante del píxel diana usando la imagen decodificada; y
- una etapa (S136) para limitar una forma de plantilla de manera que cuanto menor sea el grado de desviación con

respecto al valor máximo del grado de desviación en la imagen decodificada, menor será la forma de plantilla.

5. Un aparato de codificación/decodificación de vídeo que codifica o decodifica vídeo usando un filtro de bucle (101, 131), siendo el filtro de bucle un filtro que elimina el ruido de una imagen decodificada usando un aparato de procesamiento de imagen que realiza una confrontación de plantilla entre una plantilla que es una fuente de comparación para un píxel diana de eliminación de ruido en la imagen decodificada y una plantilla para cada punto de búsqueda que son dianas de búsqueda en una forma de búsqueda en la imagen decodificada y elimina el ruido del píxel diana con una ponderación según el grado de similitud entre las plantillas y la suma ponderada de valores de píxel en los punto de búsqueda, comprendiendo el aparato de codificación/decodificación de vídeo:

10 una unidad de ajuste de forma de búsqueda (103, 133) que ajusta una forma de búsqueda, y

15 una unidad de ejecución de filtro (104,134) que ejecuta un proceso para realizar la confrontación de plantilla únicamente en los puntos de búsqueda en la forma de búsqueda ajustada y eliminar el ruido del píxel diana;

caracterizado porque el aparato de codificación/decodificación de vídeo comprende adicionalmente una unidad de detección de dirección de borde (102, 132) que calcula una dirección de borde usando la imagen decodificada, y

20 la unidad de ajuste de forma de búsqueda ajusta una forma de búsqueda en la que el número de puntos de búsqueda a lo largo de la dirección perpendicular a la dirección de borde es menor que el número de puntos de búsqueda a lo largo de la dirección de borde.

6. El aparato de codificación/decodificación de vídeo de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el filtro de bucle comprende adicionalmente:

25 una unidad de detección del grado de desviación (138) que calcula el grado de desviación del píxel diana de un píxel circundante del píxel diana usando la imagen decodificada; y

30 una unidad de ajuste de forma de plantilla (139) que limita una forma de plantilla de manera que cuanto menor sea el grado de desviación con respecto al valor máximo del grado de desviación en la imagen decodificada, menor será la forma de plantilla.

7. Un programa de procesamiento de imagen caracterizado porque hace que un ordenador ejecute el método de procesamiento de imagen de acuerdo con la reivindicación 1.

35 8. Un programa de codificación/decodificación de vídeo caracterizado porque hace que un ordenador ejecute el método de codificación/decodificación de vídeo de acuerdo con la reivindicación 3 o la reivindicación 4.

FIG. 1

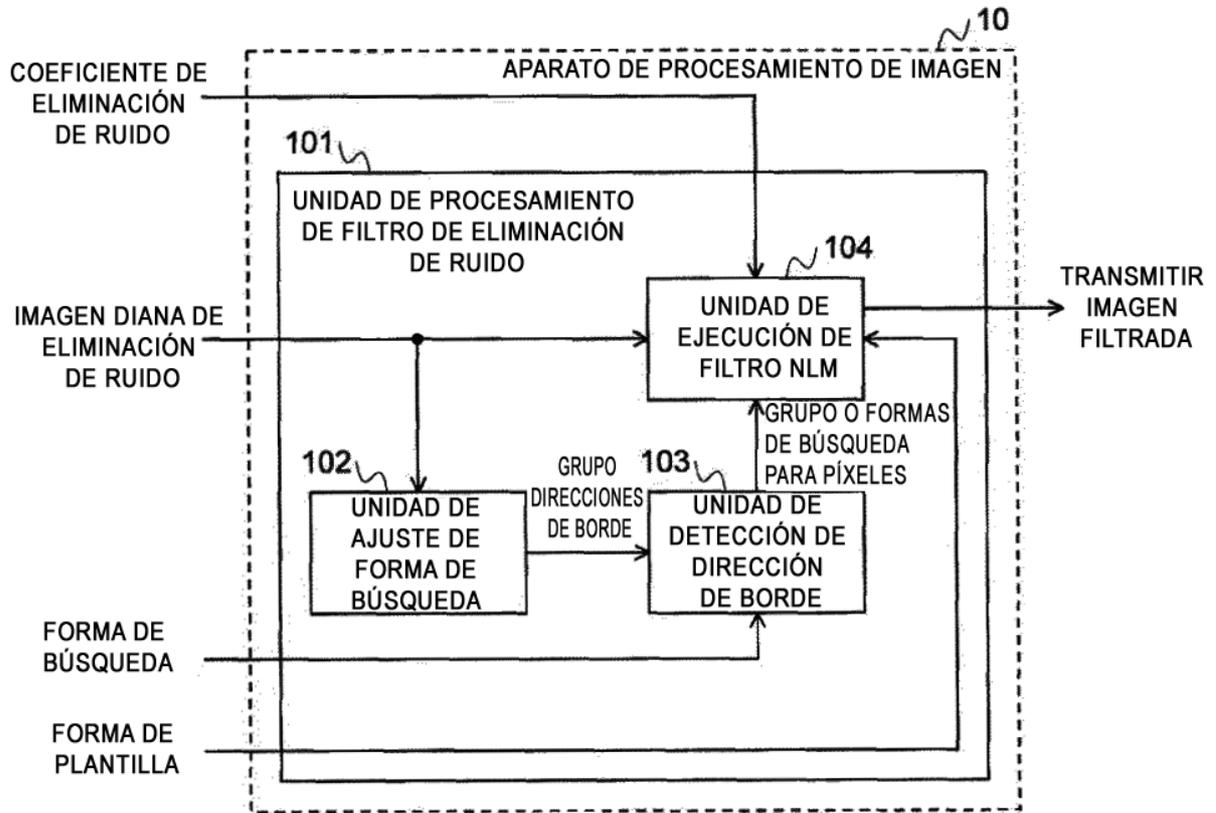


FIG. 2

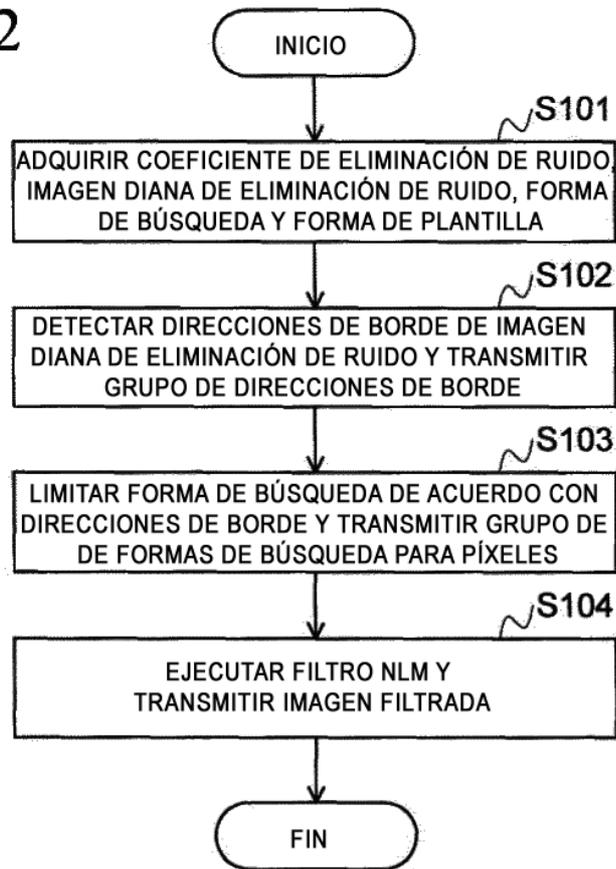


FIG. 3

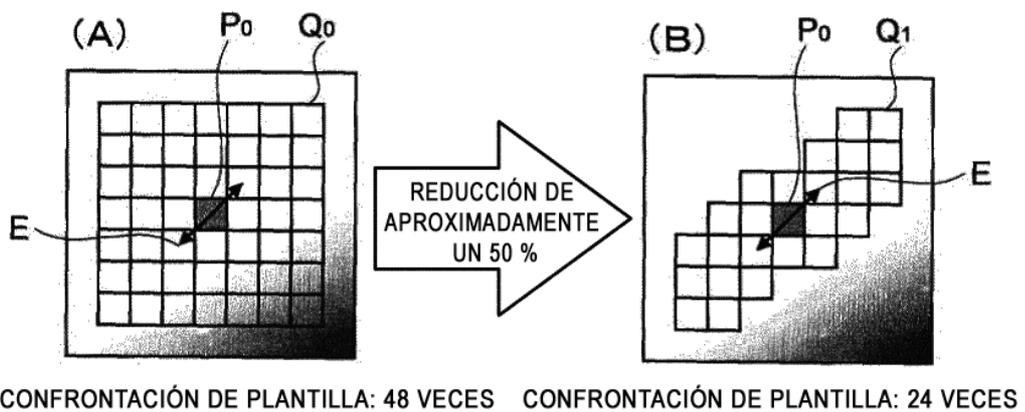


FIG. 4

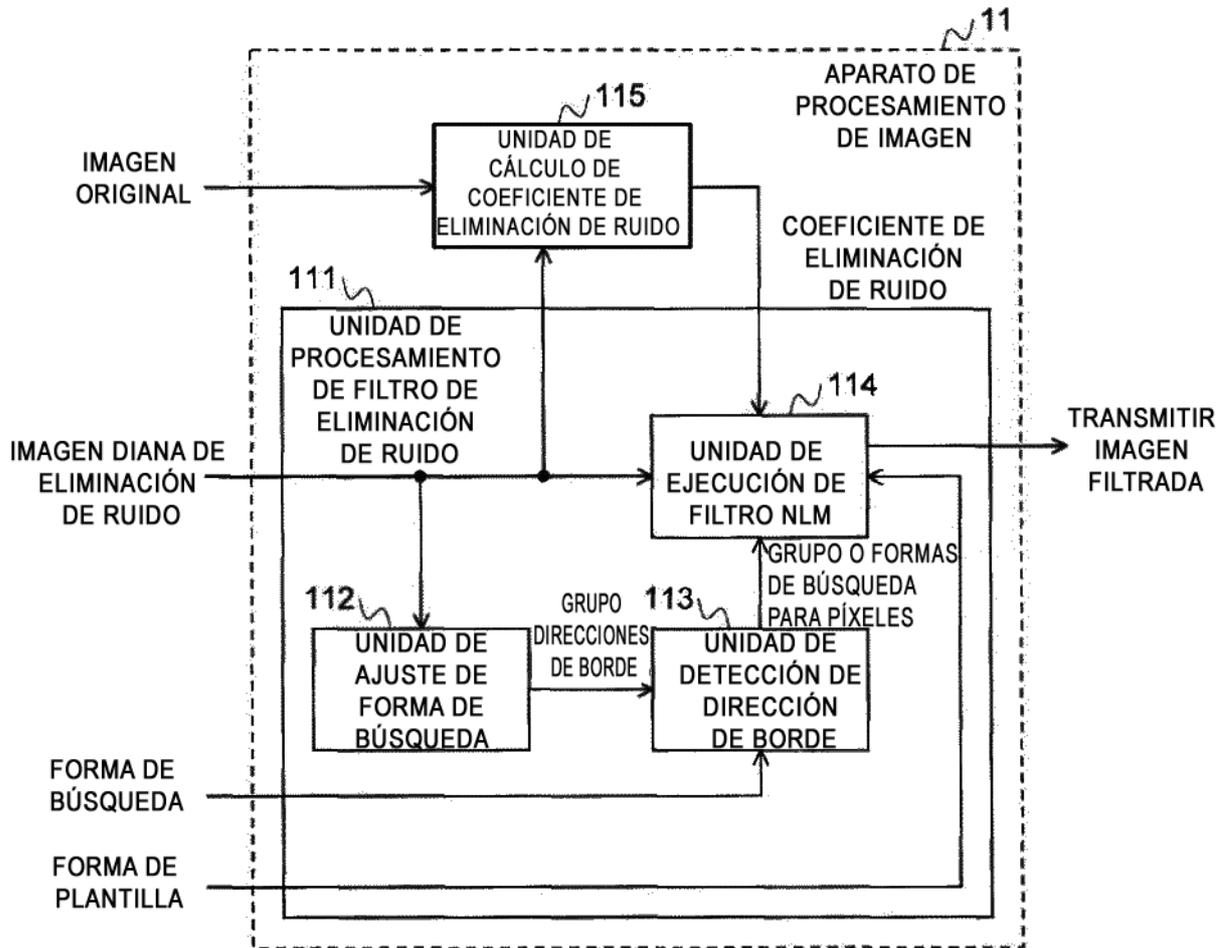


FIG. 5

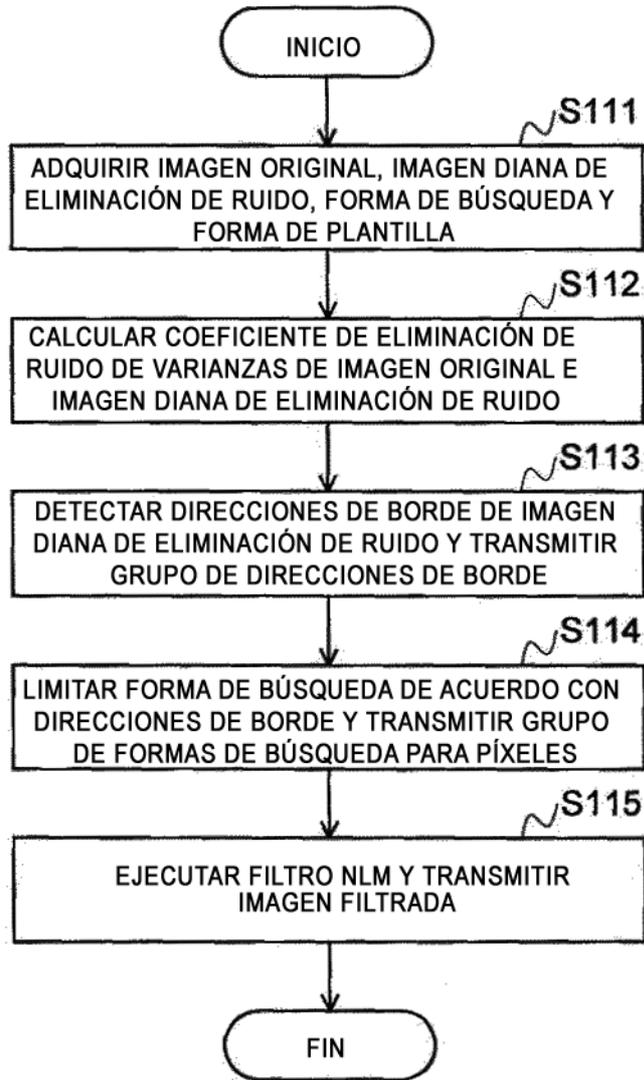


FIG. 6

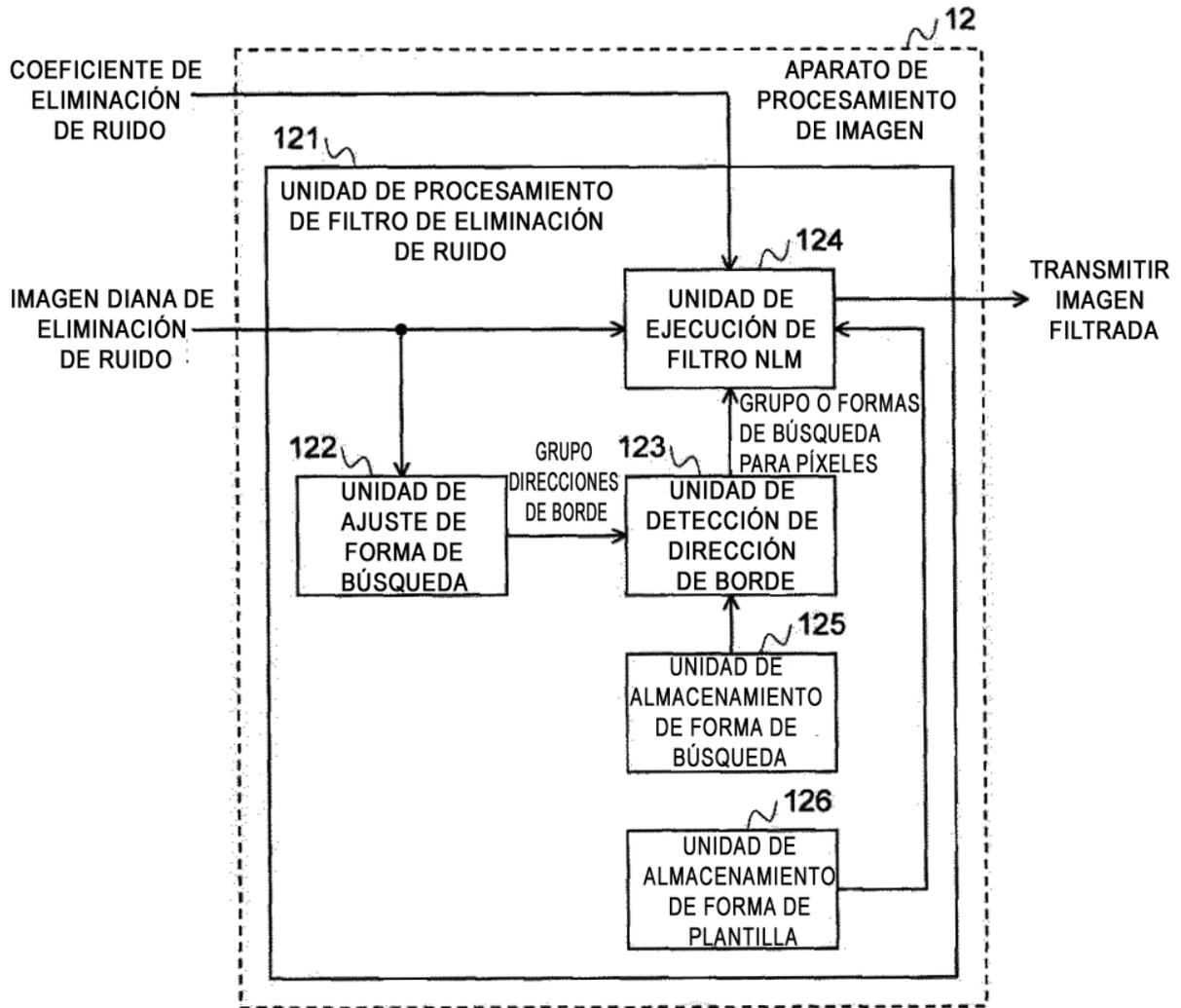


FIG. 7A

-1		1
-2		2
-1		1

dx

-1	-2	-1
1	2	1

dy

FIG. 7B

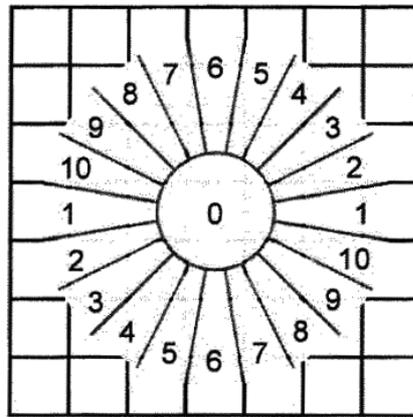


FIG. 7C

VecIndex =	}	0	if	$ dx + dy < Th$
		6	elseif	$dy = 0$
		6	elseif	$dx/dy < -8.0$
		7	elseif	$dx/dy < -2.0$
		8	elseif	$dx/dy < -1.0$
		9	elseif	$dx/dy < -0.5$
		10	elseif	$dx/dy < -0.125$
		1	elseif	$dx/dy < 0.125$
		2	elseif	$dx/dy < 0.5$
		3	elseif	$dx/dy < 1.0$
4	elseif	$dx/dy < 2.0$		
5	elseif	$dx/dy < 8.0$		
6	else			

FIG. 8

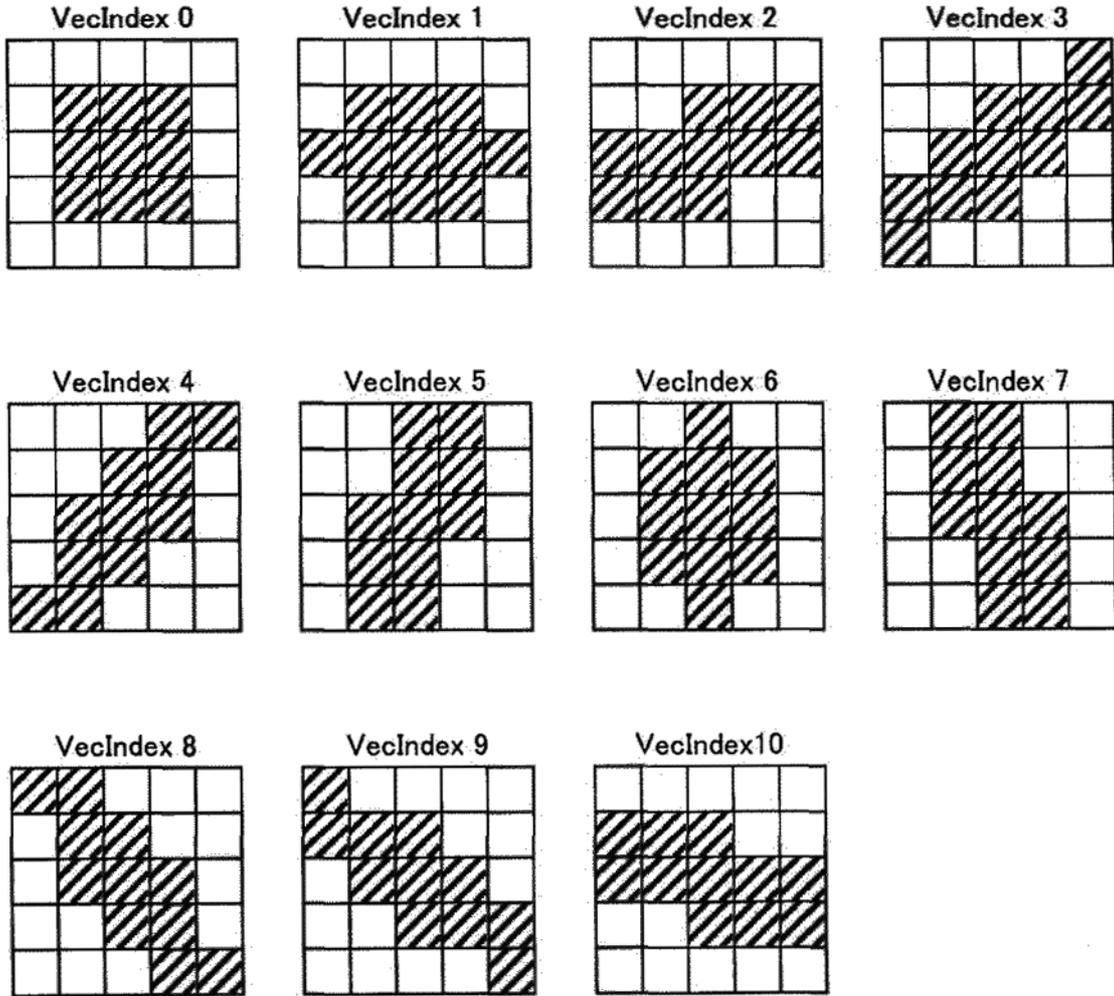


FIG. 9A

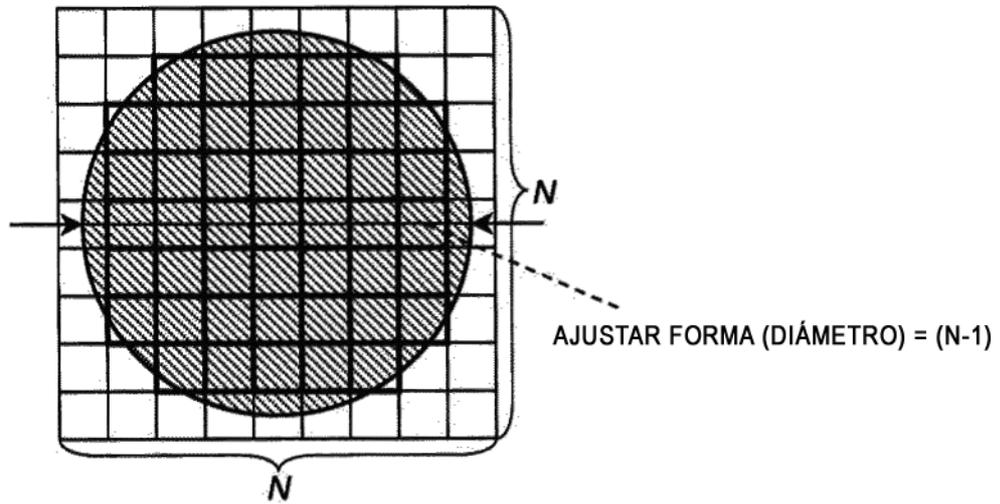
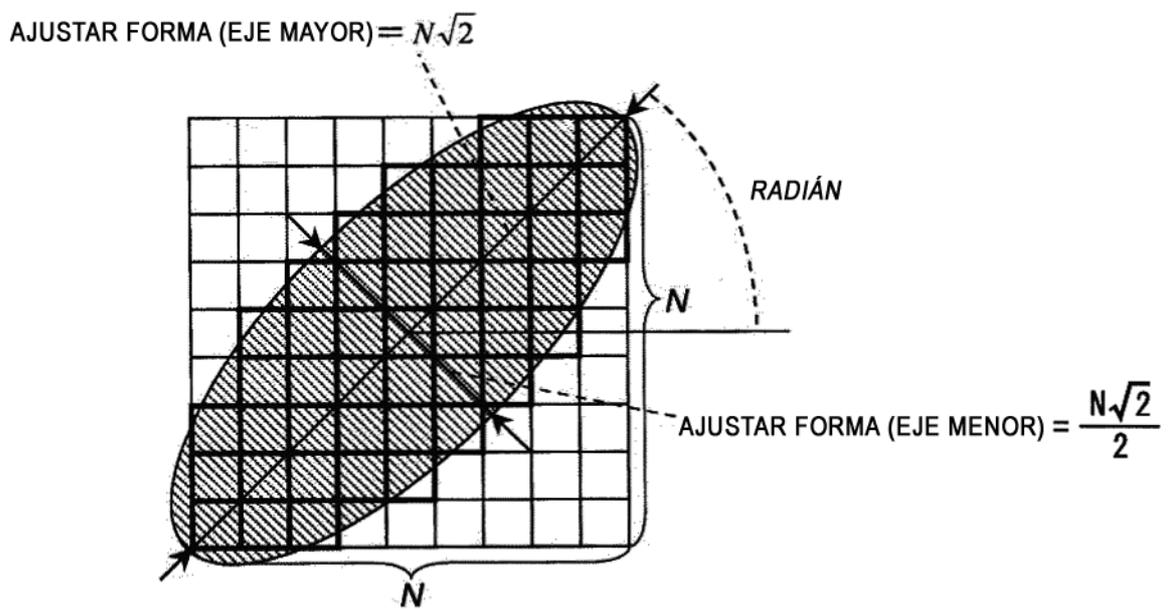


FIG. 9B



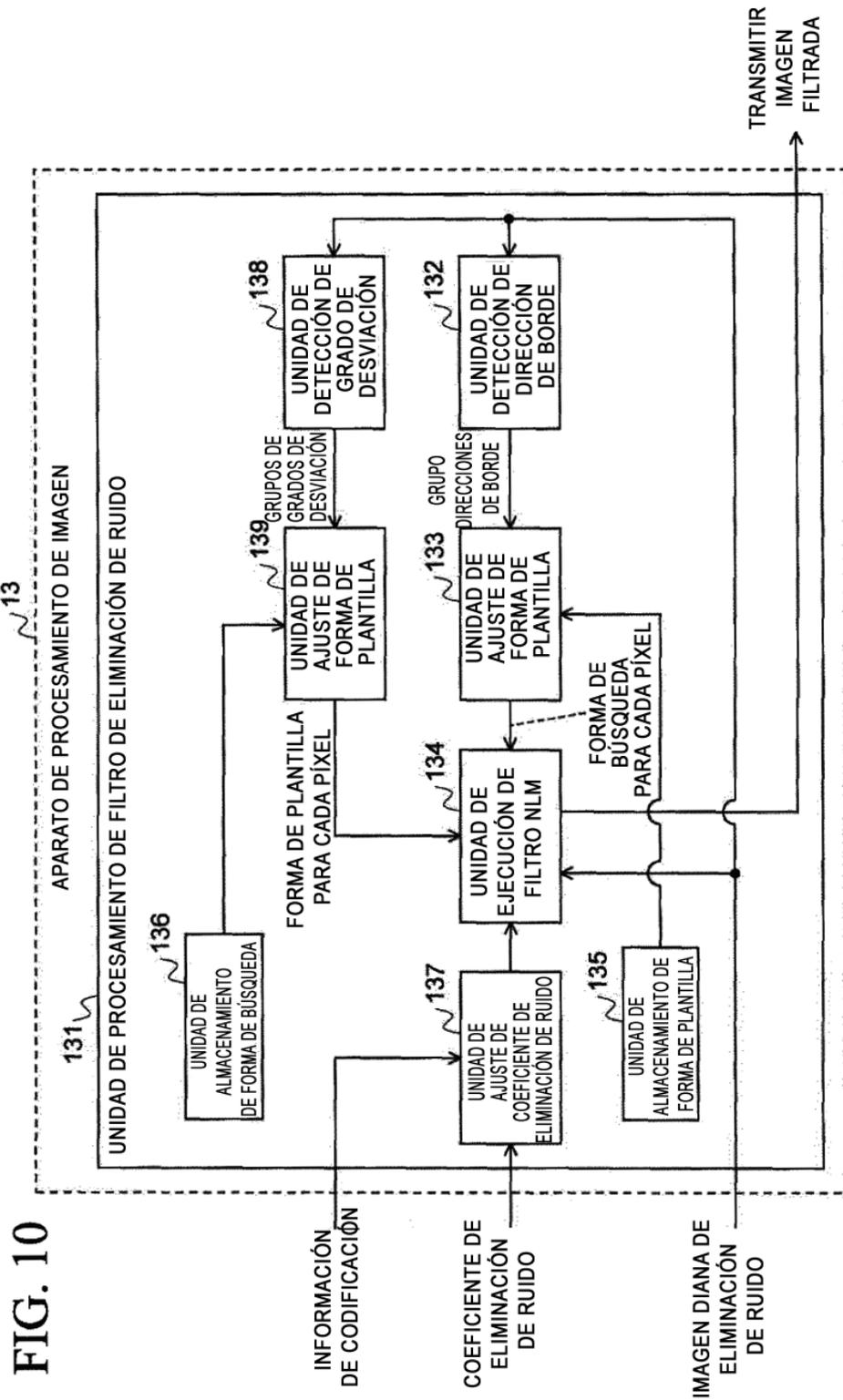


FIG. 11

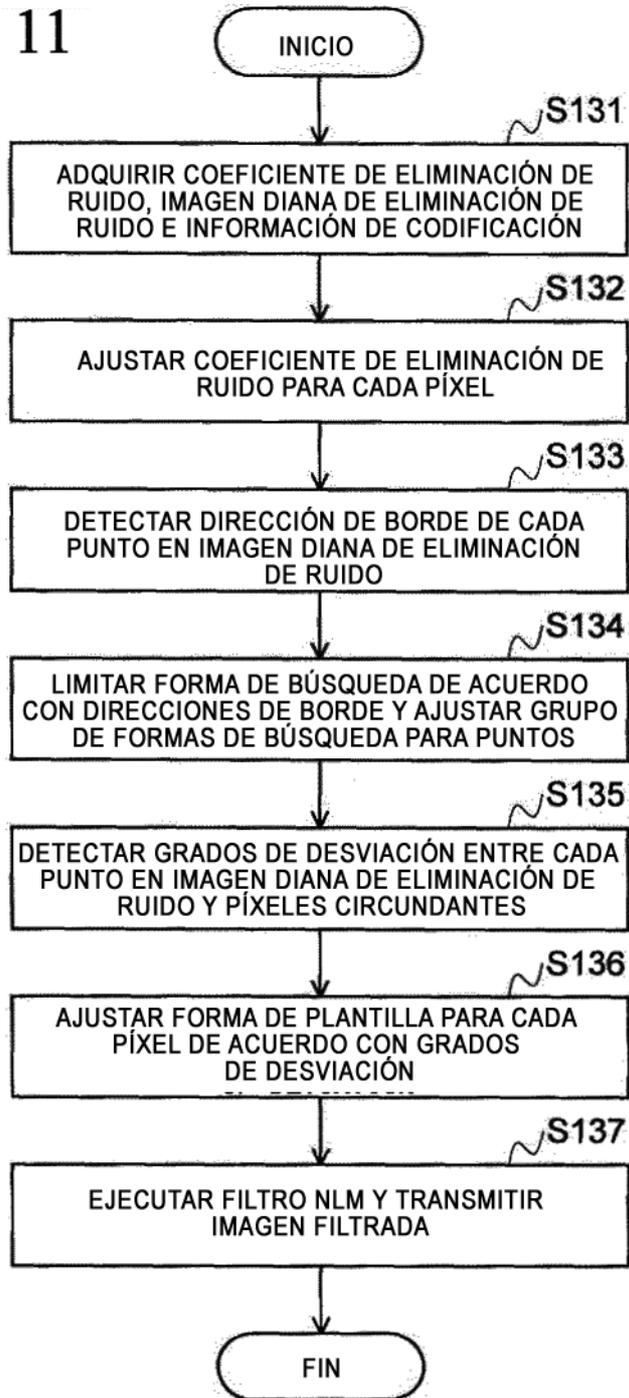
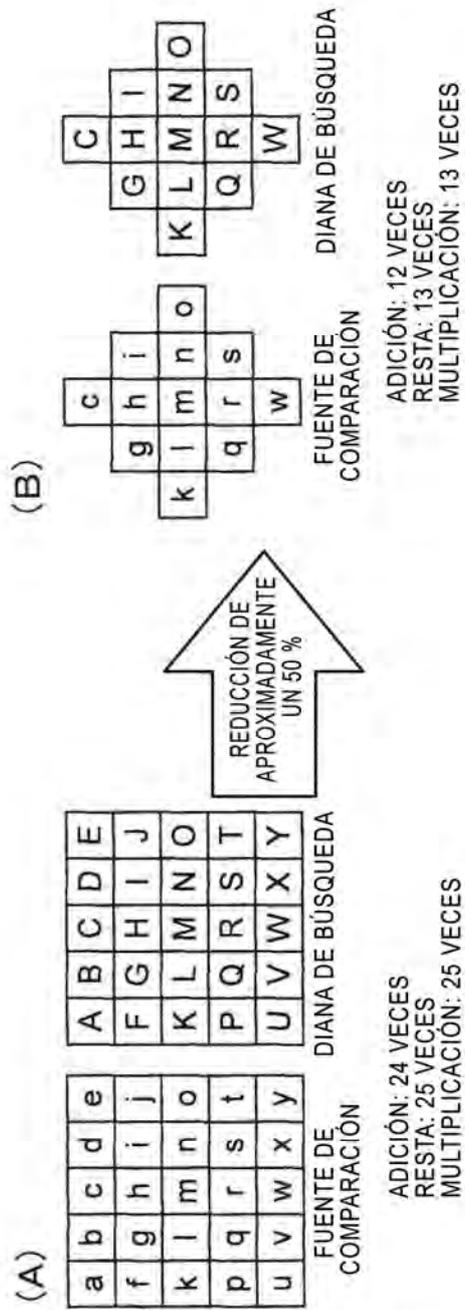


FIG. 12



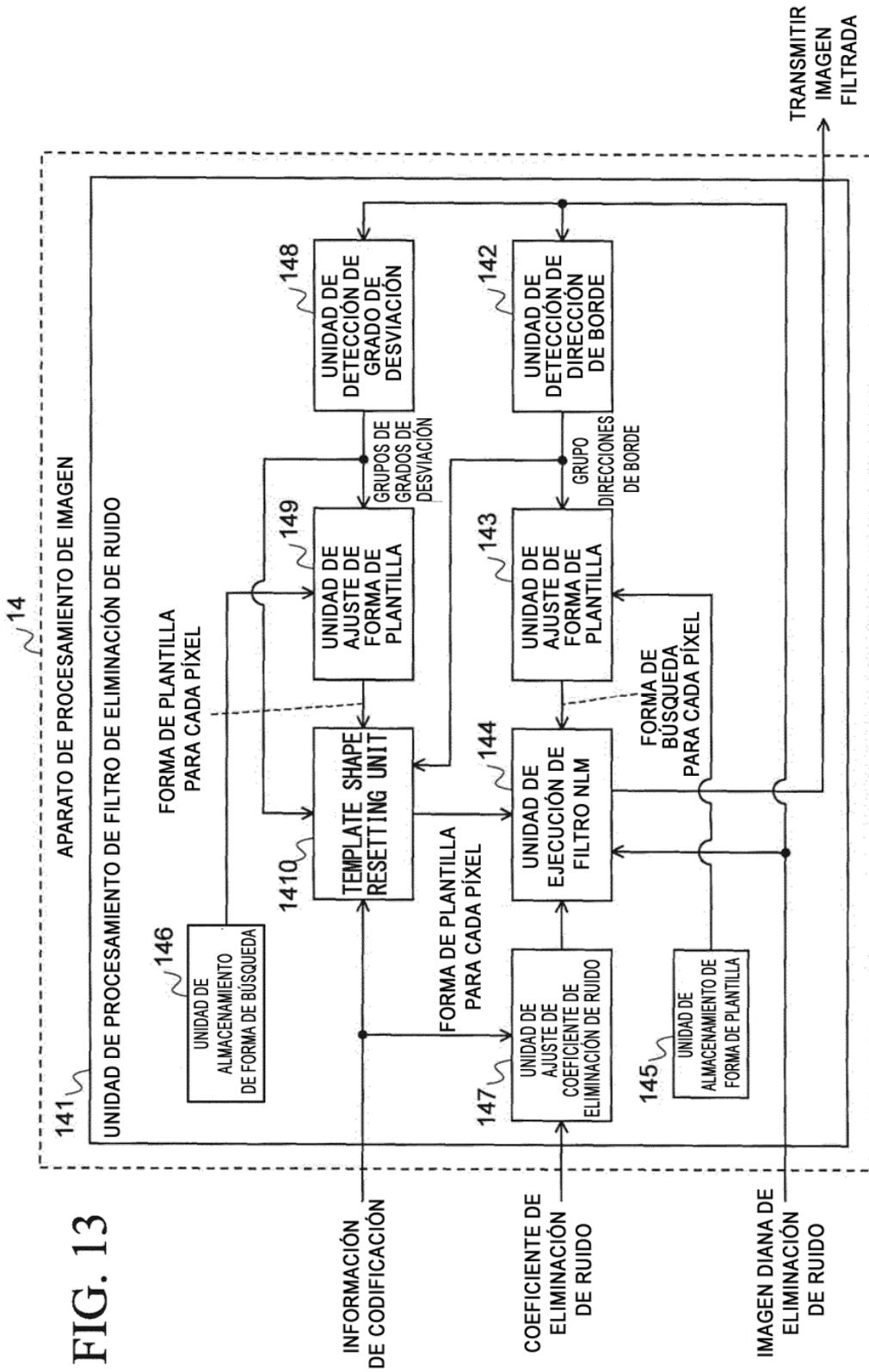


FIG. 14

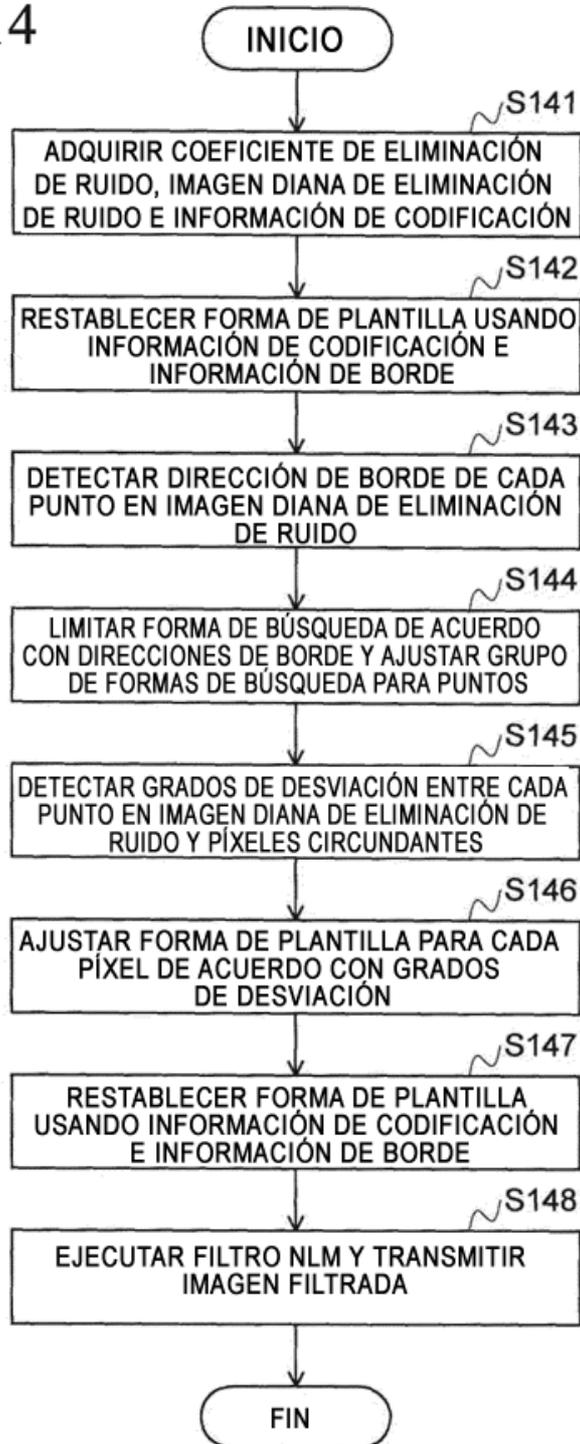


FIG. 15A

a	b	c	d	e
f	g	h	i	j
k	l	z	m	n
o	p	q	r	s
t	u	v	w	x

FIG. 15B

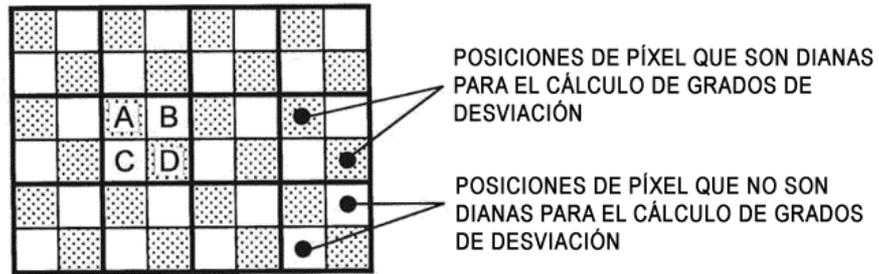


FIG. 16

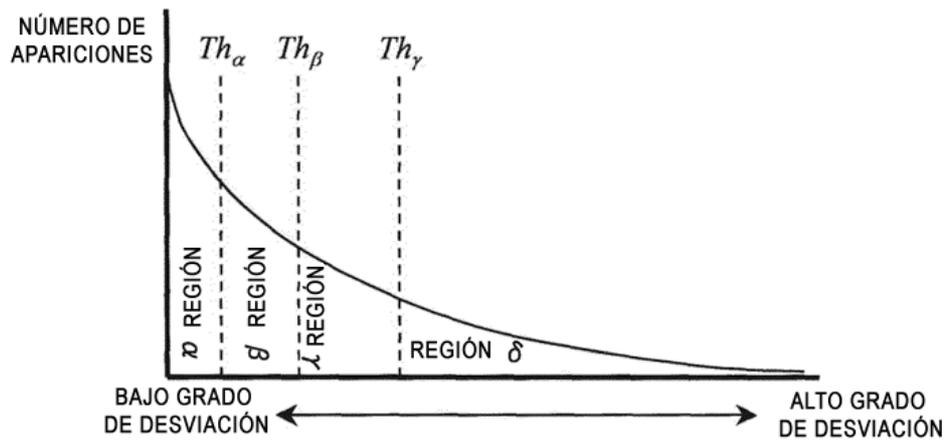


FIG. 17A

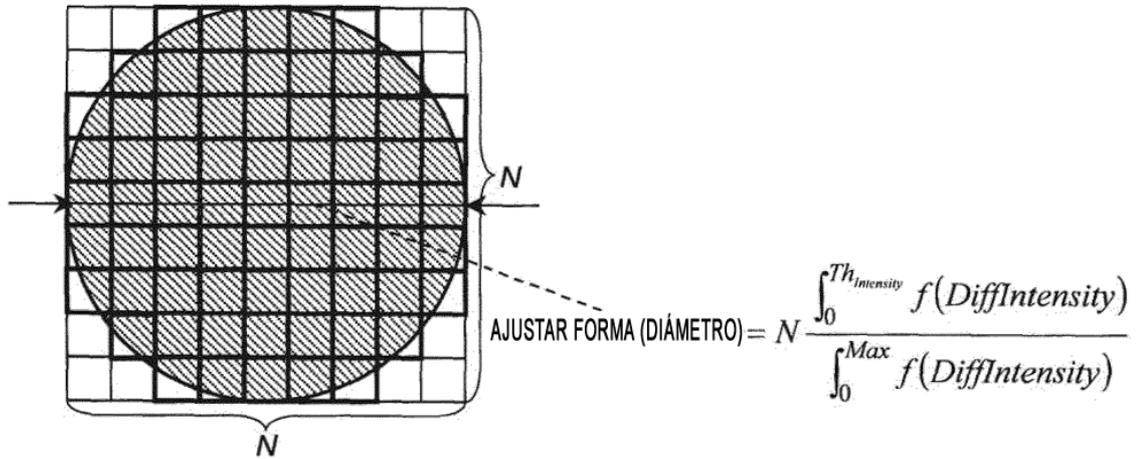


FIG. 17B

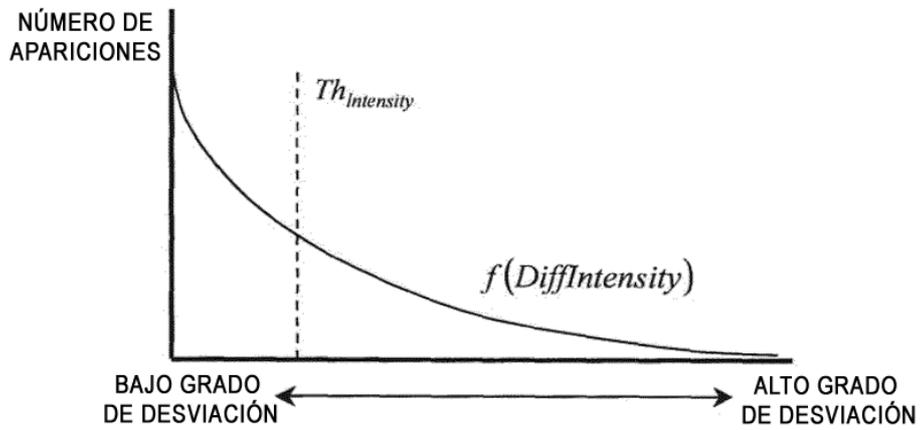


FIG. 18A

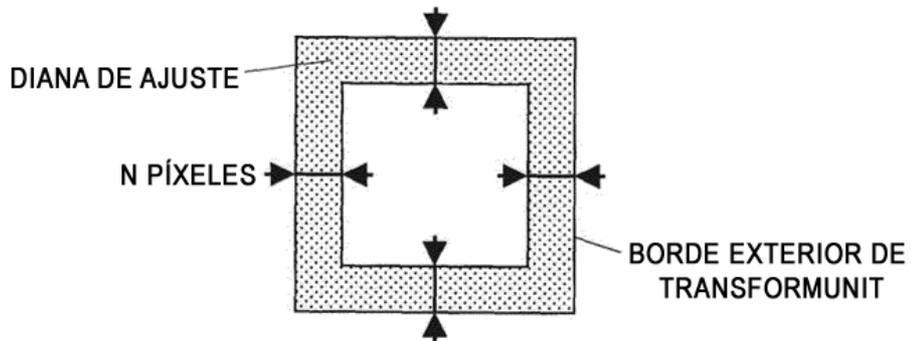


FIG. 18B

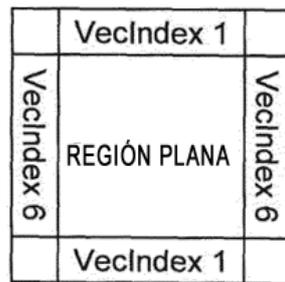


FIG. 18C

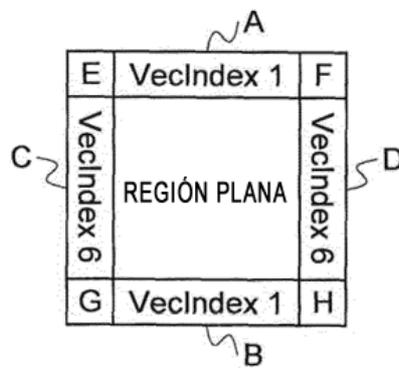


FIG. 20

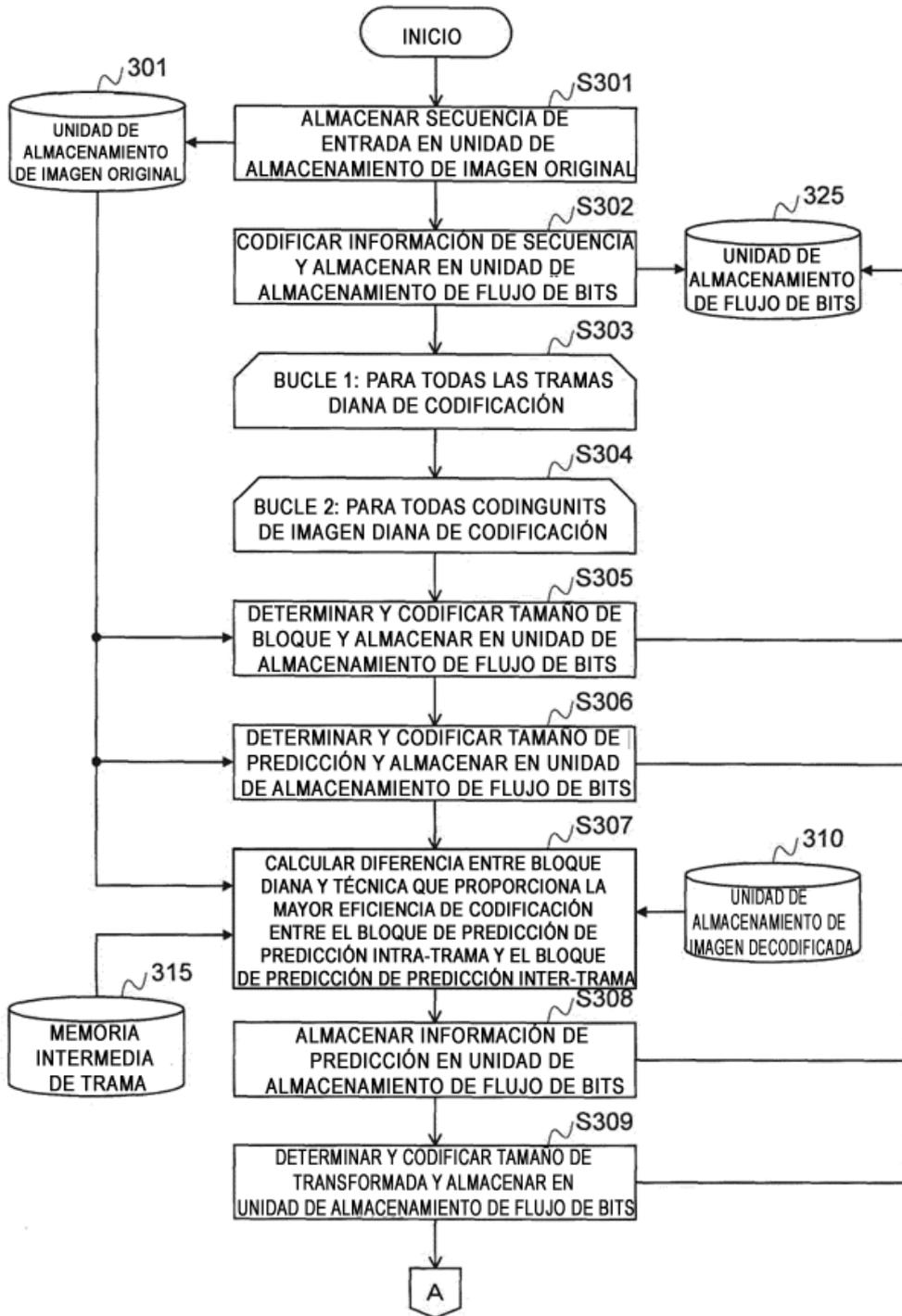
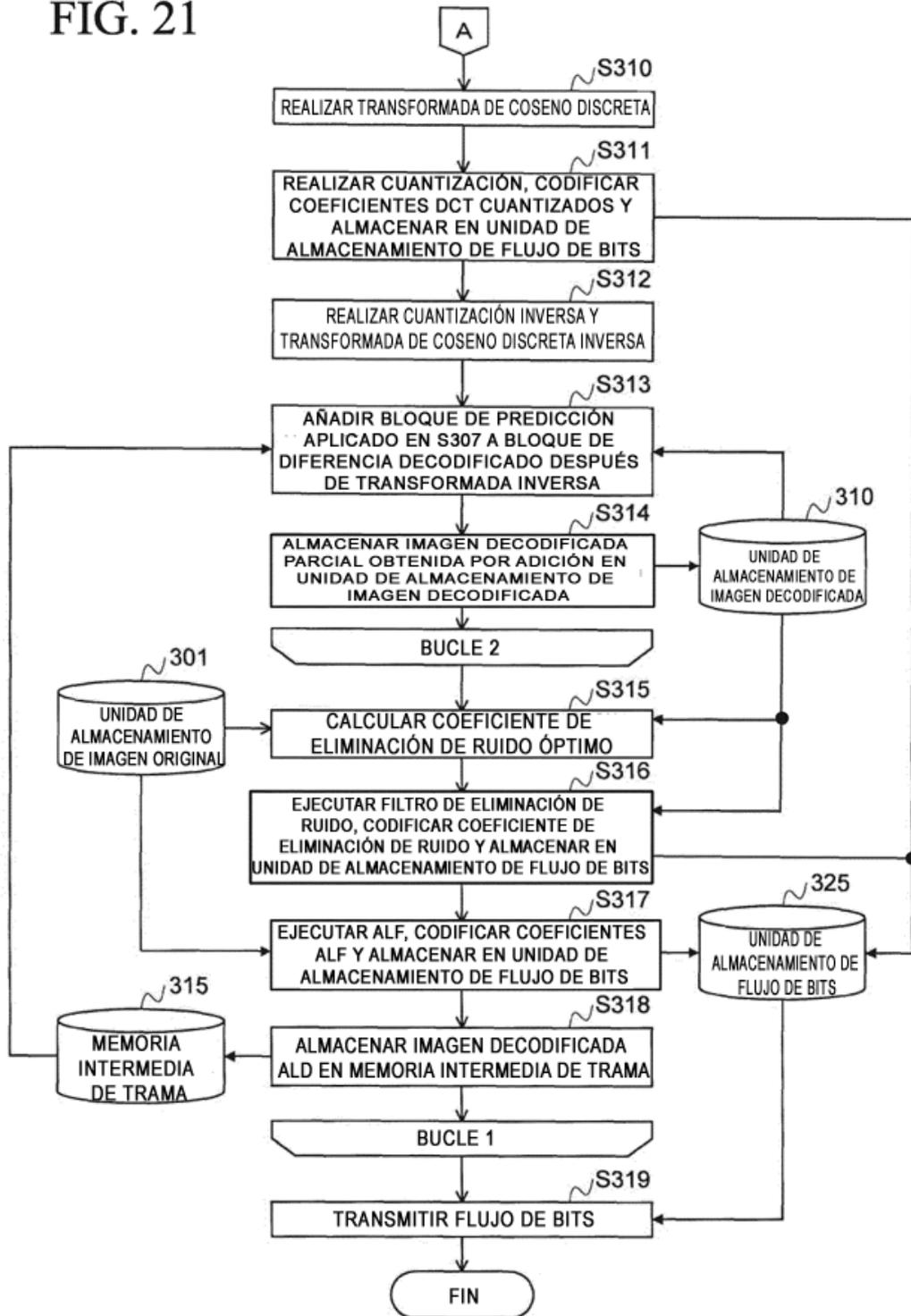


FIG. 21



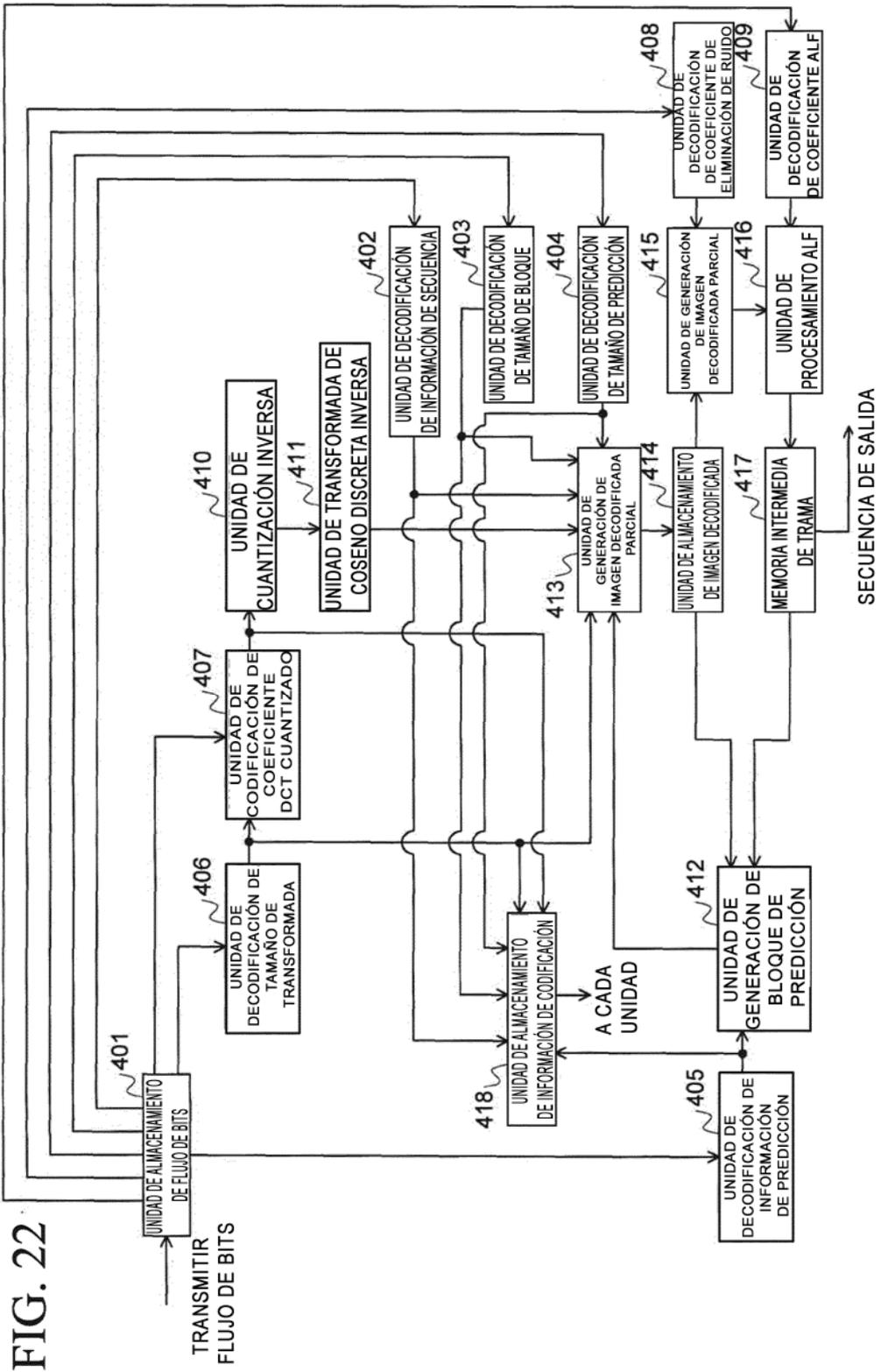


FIG. 22

FIG. 23

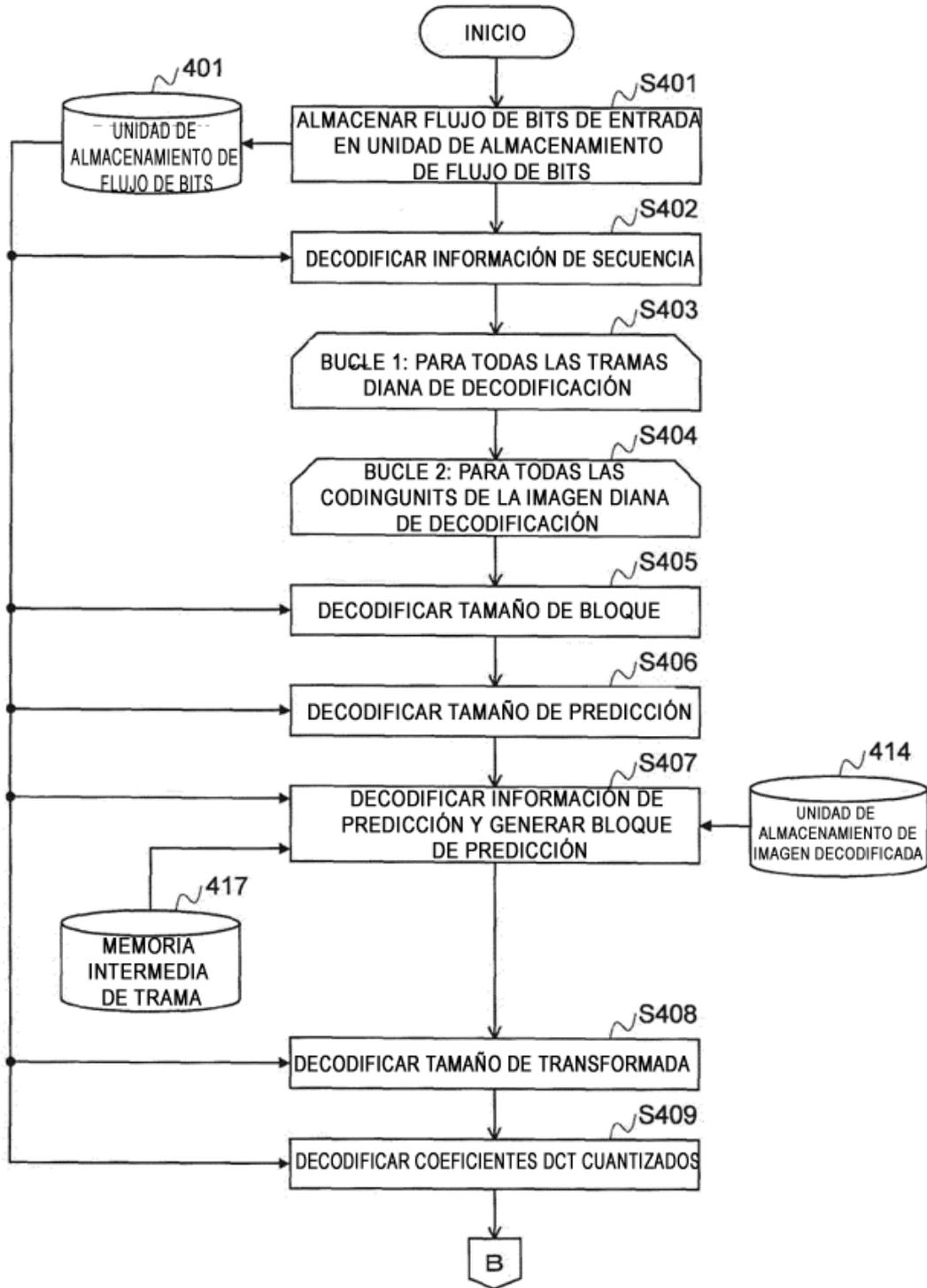


FIG. 24

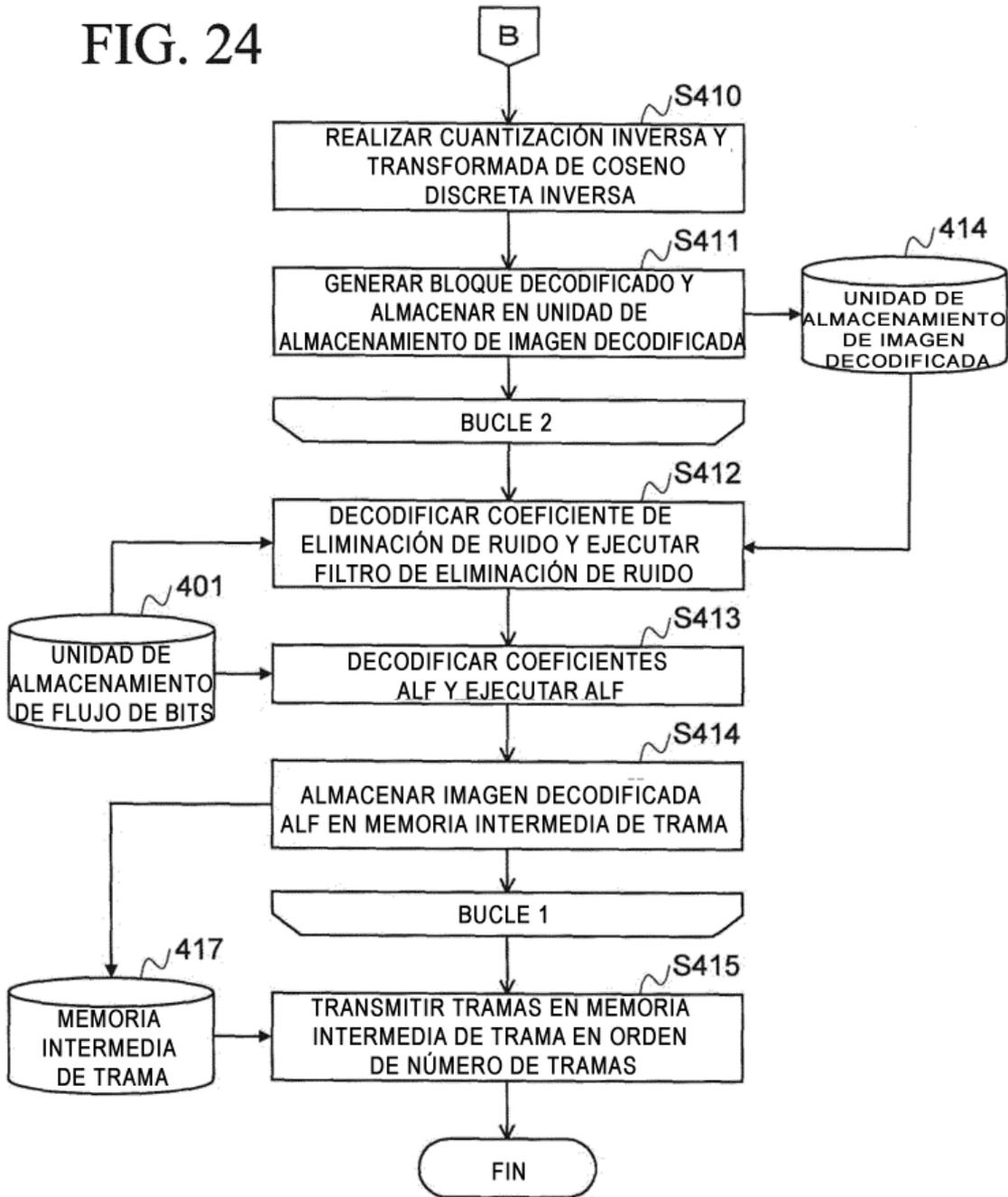


FIG. 25

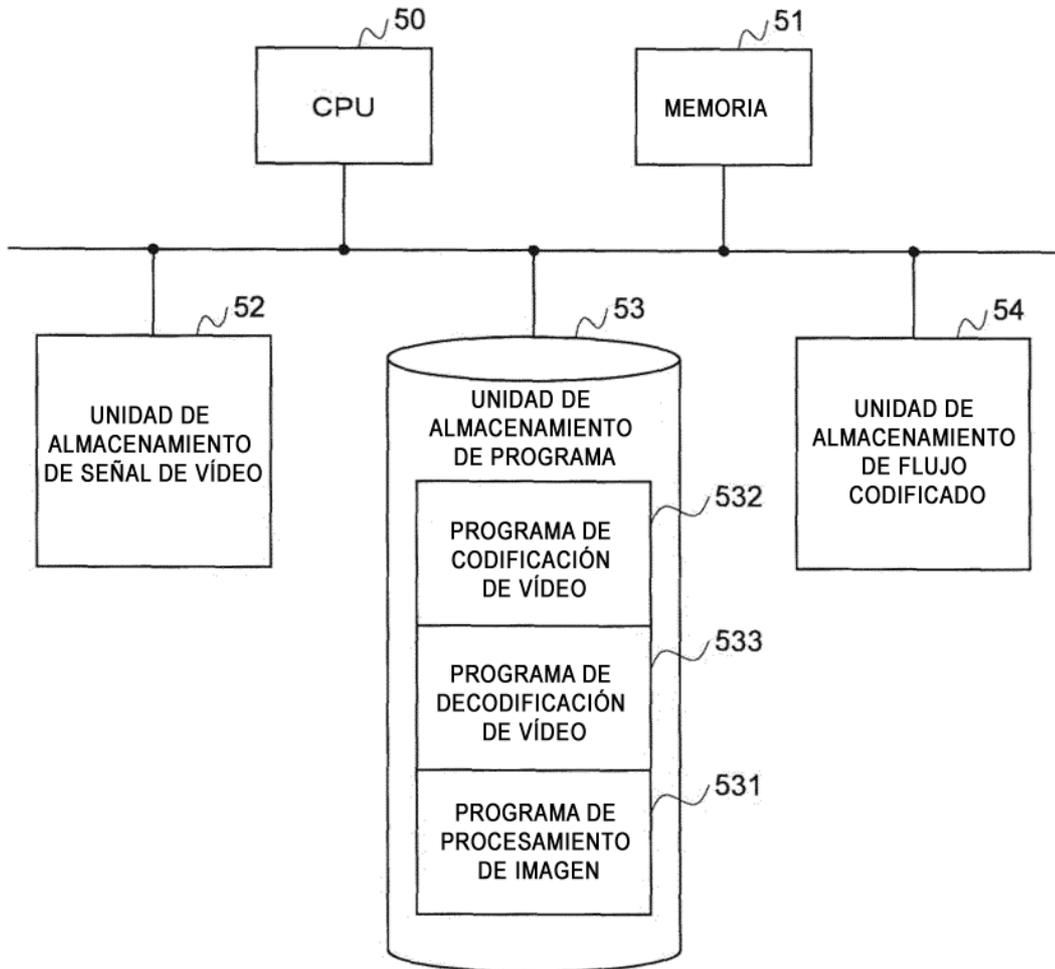


FIG. 26

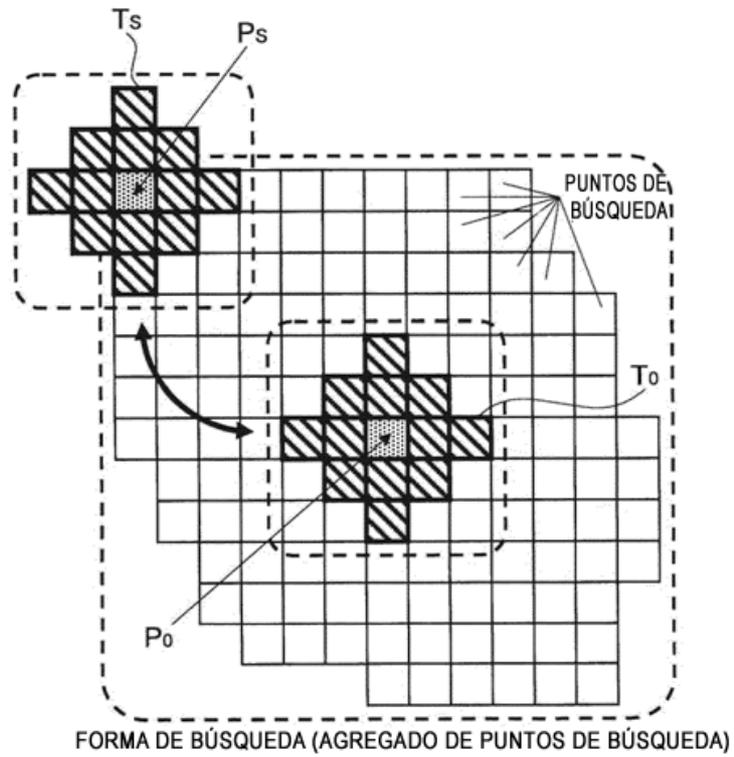


FIG. 27

