

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 306**

51 Int. Cl.:

**H04N 5/21** (2006.01)

**G06T 5/00** (2006.01)

**H04N 1/409** (2006.01)

**H04N 19/00** (2014.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2013 PCT/JP2013/068226**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.05.2014 WO14064968**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2013 E 13848489 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2911382**

54 Título: **Dispositivo de procesamiento de imágenes y método de procesamiento de imágenes**

30 Prioridad:

**22.10.2012 JP 2012232995**

**19.12.2012 JP 2012277302**

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

**21.01.2020**

73 Titular/es:

**EIZO CORPORATION (100.0%)  
153 Shimokashiwano-machi, Hakusan-shi  
Ishikawa 924-8566, JP**

72 Inventor/es:

**HIGASHI, MASAFUMI**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 738 306 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

Dispositivo de procesamiento de imágenes y método de procesamiento de imágenes

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de procesamiento de imágenes y a un método de procesamiento de imágenes que pueden detectar con precisión el ruido en una imagen de entrada y eliminar o reducir el ruido.

Antecedentes de la técnica

10 El ruido con el que varía gradual el valor del píxel entre los píxeles adyacentes, tal como el ruido de bloque, se conoce como ruido en una imagen. El ruido de bloque se produce cuando una imagen se comprime utilizando esquema, tal como el Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento (MPEG) o el Grupo Conjunto de Expertos en Fotografía (JPEG). Un esquema de compresión de imagen, tal como MPEG o JPEG, implica dividir la imagen original en bloques que tengan un tamaño específico y luego comprimir la imagen en base a bloques. Este proceso hace que el valor del píxel sea discontinuo a través de los límites de los bloques adyacentes, de modo que el usuario pueda reconocer visualmente los límites del bloque como ruido. Dicho ruido de bloque puede producirse al comprimir una imagen, así como al dividir una imagen en bloques que tengan un tamaño específico y luego procesar la imagen.

15 El documento JP 2009-105990 propone un dispositivo de detección del ruido de bloque que calcula las diferencias espaciales entre los píxeles adyacentes con respecto a una señal de video de entrada, genera una señal de determinación de comparación de diferencia espacial basándose en una comparación entre las múltiples diferencias espaciales adyacentes, cuenta las señales de determinación de comparación de diferencia espacial para cada una de las fases, genera señales de acumulación, hace una comparación entre los valores de las múltiples señales de acumulación y generan una fase correspondiente a una señal de acumulación que tiene el valor más alto como señal de fase de tiempo de acumulación máxima.

Resumen de la invención

Problema técnico

25 Sin embargo, el dispositivo de detección del ruido de bloque del documento JP 2009-105990 tiene un problema de que el ruido de bloque puede detectarse solo cuando el tamaño de bloque es fijo. En consecuencia, este dispositivo no puede manejar una imagen generada a través del procesamiento de imágenes en la que el tamaño del bloque es variable. Otro problema con el dispositivo de detección del ruido de bloque del documento JP 2009-105990 es que el límite del ruido de bloque detectado tiene un ancho correspondiente a un píxel y, al suavizar los píxeles alrededor de un píxel correspondiente al límite de ruido, una de las áreas horizontalmente (o verticalmente) adyacentes al límite de ruido se suaviza como un área más grande que la otra área en un píxel. Además, el dispositivo de detección del ruido de bloque del documento JP 2009-105990 está configurado para suavizar siempre los píxeles detectados. En consecuencia, este dispositivo suaviza incluso los píxeles que en realidad no necesitan suavizarse, por lo que la calidad de la imagen puede degradarse.

30 Además, en un proceso tradicional de eliminación de ruido se utiliza el mismo filtro de suavizado, independientemente del tipo de ruido detectado (p. ej., ruido que incluye solo una componente de baja frecuencia, ruido que incluye una componente de baja frecuencia, así como una componente de alta frecuencia, y similares). Por esta razón, si una imagen incluye múltiples tipos de ruido, se puede obtener un resultado de eliminación del ruido en el que un tipo de ruido se ha eliminado con alto rendimiento y el otro tipo de ruido se ha eliminado con bajo rendimiento.

35 La presente invención se ha realizado en vista de lo anterior y un objeto de la misma es proporcionar un dispositivo de procesamiento de imágenes y un método de procesamiento de imágenes, que puedan detectar con precisión el ruido en una imagen de entrada y eliminar o reducir el ruido. Otro objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de procesamiento de imágenes y un método de procesamiento de imágenes que, incluso cuando una imagen de entrada incluye múltiples tipos de ruido, puedan suavizar adecuadamente la imagen de entrada para eliminar o reducir el ruido.

Solución al problema

40 La presente invención proporciona un dispositivo de procesamiento de imágenes para eliminar o reducir el ruido de una imagen de entrada que comprende una pluralidad de píxeles dispuestos en una matriz para generar una imagen de salida.

La presente invención proporciona un método de procesamiento de imágenes para eliminar o reducir el ruido de una imagen de entrada que comprende una pluralidad de píxeles dispuestos en una matriz para generar una imagen de salida.

La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

5 Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la presente invención, es posible detectar con precisión el ruido en una imagen de entrada, así como suavizar la imagen de entrada de una manera adecuada para la posición y la dirección del límite de ruido. Por lo tanto, el ruido en la imagen de entrada se puede eliminar o reducir con precisión. Además, si la dirección del límite de ruido en el área específica no es la dirección predeterminada, el área específica se expande para volver a determinar la dirección del límite de ruido. Por lo tanto, se pueden detectar con precisión los ruidos de bloque que tienen diversos tamaños.

Además, de acuerdo con la presente invención, un valor del píxel suavizado utilizando el filtro de suavizado, un valor del píxel suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes, o el valor del píxel original que todavía se debe suavizar, se selecciona como el valor de un píxel en una imagen de salida correspondiente al píxel objetivo y luego se emite. Por lo tanto, es posible suavizar los respectivos píxeles en la imagen de entrada de una manera adecuada para el tipo de ruido o similar y generar una imagen de salida de alta calidad en la que el ruido se elimina o se reduce.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de bloques que muestra la configuración de un dispositivo de visualización de la presente realización.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques que muestra una configuración de ejemplo de una unidad de procesamiento de imágenes.

La Fig. 3 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de los pasos de un proceso de eliminación de ruido realizado por la unidad de procesamiento de imágenes.

La Fig. 4 es un diagrama de flujo que muestra esquemáticamente los pasos de un proceso de determinación de suavizado realizado por la unidad de procesamiento de imágenes.

La Fig. 5 es un diagrama esquemático que muestra un proceso de determinación horizontal en el paso S21.

La Fig. 6 es un diagrama de flujo que muestra los pasos del proceso de determinación horizontal realizado por la unidad de procesamiento de imágenes.

La Fig. 7 es un diagrama esquemático que muestra un proceso de determinación vertical en el paso S22.

La Fig. 8 es un diagrama esquemático que muestra un proceso de determinación de la dirección del límite de ruido.

La Fig. 9 es un diagrama esquemático que muestra un proceso de determinación de la posición del límite de ruido.

La Fig. 10 incluye diagramas esquemáticos, cada uno de los cuales muestra un ejemplo de un filtro de suavizado.

La Fig. 11 incluye diagramas esquemáticos, cada uno de los cuales muestra un ejemplo de un filtro de suavizado.

La Fig. 12 incluye diagramas esquemáticos, cada uno de los cuales muestra un ejemplo de un filtro de suavizado con preservación de bordes.

La Fig. 13 incluye diagramas esquemáticos, cada uno de los cuales muestra un ejemplo de un filtro de suavizado con preservación de bordes.

La Fig. 14 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un filtro de suavizado con preservación de bordes.

La Fig. 15 incluye diagramas esquemáticos, cada uno de los cuales muestra un ejemplo de un filtro de Sobel para determinar la dirección.

La Fig. 16 es una gráfica que muestra un ejemplo de la correspondencia entre el valor calculado por el filtro de Sobel y el ángulo.

La Fig. 17 es un diagrama esquemático que muestra un proceso de interpolación para estimar la fuerza.

5 La Fig. 18 es una gráfica que muestra un ejemplo de la correspondencia entre el valor calculado por el filtro de Sobel y el ángulo.

La Fig. 19 es un diagrama de flujo que muestra los pasos de un proceso de suavizado con preservación de bordes.

La Fig. 20 es un diagrama esquemático que muestra la determinación de la cantidad de borde utilizando un filtro laplaciano.

10 La Fig. 21 incluye diagramas esquemáticos que muestran una determinación de aplicación en base a la frecuencia de vibración.

La Fig. 22 incluye diagramas esquemáticos que muestran una determinación de aplicación en base a la frecuencia de vibración.

La Fig. 23 es un diagrama de flujo que muestra los pasos de un proceso de determinación de aplicación.

La Fig. 24 es un diagrama de flujo que muestra los pasos de un proceso de determinación de aplicación.

15 La Fig. 25 es un diagrama de bloques que muestra la configuración de un PC de una modificación.

#### Descripción de las realizaciones

Ahora, se describirá una realización de la presente invención específicamente con referencia a los dibujos. Para describir la configuración de un dispositivo de procesamiento de imágenes, el método de procesamiento de imágenes y el programa informático de la presente realización, se describirá, a modo de ejemplo, un dispositivo de visualización que realiza el procesamiento de imágenes, tal como la eliminación o la reducción del ruido, en una imagen de entrada desde un dispositivo externo, tal como una computadora personal (PC), y luego visualiza la imagen resultante en una unidad de visualización, tal como un panel de cristal líquido. La Fig. 1 es un diagrama de bloques que muestra la configuración de un dispositivo de visualización de la presente realización. Como se muestra en la Fig. 1, un dispositivo 1 de visualización realiza diversos tipos de procesamiento de imágenes en imágenes fijas o imágenes en movimiento recibidas desde un dispositivo externo, tal como un PC 5 y luego visualiza las imágenes resultantes en un panel 13 de cristal líquido.

20  
25

El dispositivo 1 de visualización incluye una unidad 16 de entrada de imágenes, una unidad 17 de descompresión de imágenes, una unidad 20 de procesamiento de imágenes, una unidad 18 de accionamiento de panel y similares, para accionar un panel 13 de cristal líquido en base a las imágenes de entrada desde el PC 5. El dispositivo 1 de visualización también incluye una luz 14 de fondo, que aplica luz a la parte posterior del panel 13 de cristal líquido para visualizar imágenes y una unidad 15 de accionamiento de luz que acciona la luz 14 de fondo. El dispositivo 1 de visualización también incluye una unidad 12 de operación que recibe una operación del usuario y una unidad 11 de control que controla las operaciones de los elementos en el dispositivo basándose en la operación recibida.

30

La unidad 11 de control incluye un procesador aritmético, tal como una unidad central de procesamiento (CPU) o una unidad de microprocesador (MPU). La unidad 12 de operación incluye uno o más conmutadores dispuestos en el borde frontal, la superficie lateral o similar del contenedor del dispositivo 1 de visualización. Recibe una operación del usuario a través de estos conmutadores y notifica a la unidad 11 de control de la operación recibida. Por ejemplo, el usuario puede cambiar la configuración de brillo o la configuración de balance de color relacionada con la visualización de imagen a través de la unidad 12 de operación. En este momento, la unidad 11 de control controla las operaciones de los elementos en el dispositivo en base al cambio de configuración recibido a través de la unidad 12 de operación.

35  
40

La unidad 16 de entrada de imágenes tiene un terminal de conexión al que está conectado un dispositivo externo, tal como el PC 5, a través de un cable de señal de video. En la presente realización, el dispositivo 1 de visualización recibe, desde el PC 5, datos de imagen comprimidos utilizando un esquema de compresión, tal como MPEG o JPEG, que sirve como una imagen de entrada. La unidad 16 de entrada de imágenes proporciona la imagen de entrada desde el PC 5 a la unidad 17 de descompresión de imágenes. La unidad 17 de descompresión de imágenes descomprime la imagen de entrada desde la unidad 16 de entrada de imágenes utilizando un método correspondiente al esquema de compresión y luego proporciona la imagen de entrada resultante a la unidad 20 de procesamiento de imágenes.

45

La unidad 20 de procesamiento de imágenes puede realizar diversos tipos de procesamiento de imágenes en la imagen de entrada proporcionada por la unidad 17 de descompresión de imágenes. En la presente realización, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede realizar un procesamiento de imágenes de tal manera que se elimina (o reduce) un ruido gradual, tal como un ruido de bloque, en la imagen de entrada. El proceso de eliminación de ruido realizado por la unidad 20 de procesamiento de imágenes se describirá en detalle más adelante. La unidad 20 de procesamiento de imágenes proporciona la imagen resultante a la unidad 18 de accionamiento de panel.

La unidad 18 de accionamiento de panel genera señales de accionamiento para accionar los píxeles incluidos en el panel 13 de cristal líquido en base a la imagen de entrada proporcionada por la unidad 20 de procesamiento de imágenes y luego emite las señales de accionamiento. El panel 13 de cristal líquido es un dispositivo de visualización en el que múltiples píxeles están dispuestos en una matriz y que visualiza imágenes cambiando la transmitancia de los respectivos píxeles en base a las señales de accionamiento de la unidad 18 de accionamiento de panel.

La luz 14 de fondo incluye una fuente de luz, tal como un diodo emisor de luz (LED) o una lámpara fluorescente de cátodo frío (CCFL). Genera luz en base a la tensión de accionamiento o la corriente de accionamiento proporcionada por la unidad 15 de accionamiento de luz y aplica la luz a la parte posterior del panel 13 de cristal líquido. La unidad 15 de accionamiento de luz genera una tensión de accionamiento o una corriente de accionamiento en base a una señal de control de la unidad 11 de control y luego la emite a la luz 14 de fondo. La unidad 11 de control determina la cantidad de accionamiento de la luz 14 de fondo, por ejemplo, basándose en la configuración de brillo o similar recibida a través de la unidad 12 de operación y emite una señal de control correspondiente a la cantidad determinada de accionamiento a la unidad 15 de accionamiento de luz.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques que muestra una configuración de ejemplo de la unidad 20 de procesamiento de imágenes y muestra bloques relacionados con un proceso de eliminación de ruido de una imagen de entrada. La unidad 20 de procesamiento de imágenes incluye una unidad 21 de extracción del área específica que extrae un área que tiene un tamaño específico de la imagen de entrada. La unidad 21 de extracción del área específica extrae un área específica centrada en un píxel (en lo sucesivo, el píxel objetivo) en la imagen de entrada y que consiste, por ejemplo, en 5 × 5 píxeles. El área específica extraída por la unidad 21 de extracción del área específica se proporciona a una unidad 22 de determinación de suavizado, a una primera unidad 23 de suavizado, a una segunda unidad 24 de suavizado, a una unidad 25 de determinación de aplicación y a una unidad 26 de selección del valor del píxel.

La unidad 22 de determinación de suavizado determina si suavizar el píxel objetivo en el área específica extraída por la unidad 21 de extracción del área específica al verificar los valores de los múltiples píxeles en el área específica, cambios en los valores y similares. La unidad 22 de determinación de suavizado notifica entonces a la unidad 26 de selección del valor del píxel de la determinación de si realizar un proceso de suavizado. Si hay un límite de ruido en el área específica, la unidad 22 de determinación de suavizado determina la dirección y la posición del límite de ruido en el área específica. La unidad 22 de determinación de suavizado proporciona entonces la dirección y la posición determinadas del límite de ruido a la primera unidad 23 de suavizado.

La primera unidad 23 de suavizado almacena múltiples filtros de suavizado. Suaviza la imagen de entrada seleccionando uno de estos filtros de suavizado y filtrando el área específica utilizando el filtro de suavizado seleccionado. En este momento, la primera unidad 23 de suavizado selecciona el filtro de suavizado basándose en la dirección y la posición del límite de ruido proporcionado por la unidad 22 de determinación de suavizado. La primera unidad 23 de suavizado proporciona el resultado obtenido al suavizar el área específica utilizando el filtro de suavizado, es decir, el valor suavizado del píxel objetivo en el área específica a la unidad 26 de selección del valor del píxel.

La segunda unidad 24 de suavizado filtra el área específica utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes. El filtro de suavizado con preservación de bordes puede suavizar el área específica mientras conserva un componente de alta frecuencia (borde, etc.) en el área específica, es decir, puede filtrar el área específica sin degradar significativamente la calidad de la imagen. La segunda unidad 24 de suavizado almacena múltiples filtros de suavizado con preservación de bordes, correspondientes a las direcciones de los bordes. Determina la dirección de un borde en el área específica y suaviza el área específica utilizando un filtro correspondiente a la dirección del borde. La segunda unidad 24 de suavizado proporciona el resultado obtenido al suavizar el área específica utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes, es decir, el valor suavizado del píxel objetivo en el área específica a la unidad 26 de selección del valor del píxel. El resultado del proceso de suavizado realizado por la segunda unidad 24 de suavizado también se proporciona a la unidad 25 de determinación de aplicación.

La unidad 25 de determinación de aplicación determina si aplicar el resultado del proceso de suavizado realizado por la segunda unidad 24 de suavizado, basándose en las características de los valores de los píxeles en el área específica y/o el resultado del proceso de suavizado realizado por la segunda unidad 24 de suavizado, y similares. Por ejemplo, la unidad 25 de determinación de aplicación realiza esta determinación basándose en la cantidad del

componente del borde en el área específica, el patrón de cambio de los valores de los píxeles en el área específica y/o las diferencias entre los valores de los píxeles antes y después del proceso de suavizado realizado por la segunda unidad 24 de suavizado, y similares. La unidad 25 de determinación de aplicación proporciona la determinación a la unidad 26 de selección del valor del píxel.

5 La unidad 26 de selección del valor del píxel recibe los tres valores del píxel objetivo en la imagen de entrada, es decir, el valor del píxel suavizado por la primera unidad de suavizado, el valor del píxel suavizado por la segunda unidad de suavizado y el valor del píxel original, que todavía se debe suavizar. La unidad 26 de selección del valor del píxel selecciona entonces uno de los tres valores de los píxeles recibidos basándose en la determinación de si  
10 realizar el suavizado realizado por la unidad 22 de determinación de suavizado y la determinación realizada por la unidad 25 de determinación de aplicación y emite el valor del píxel seleccionado.

Si la unidad 22 de determinación de suavizado determina que se debe realizar un proceso de suavizado, la unidad 26 de selección del valor del píxel selecciona el valor del píxel suavizado por la primera unidad 23 de suavizado y lo emite. Si la unidad 22 de determinación de suavizado determina que no se debe realizar un proceso de suavizado y la unidad 25 de determinación de aplicación determina que se debe aplicar el resultado del proceso de suavizado  
15 realizado por la segunda unidad 24 de suavizado, la unidad 26 de selección del valor del píxel selecciona el valor del píxel suavizado por la segunda unidad 24 de suavizado y lo emite. Si la unidad 22 de determinación de suavizado determina que no se debe realizar un proceso de suavizado y la unidad 25 de determinación de aplicación determina que no se debe aplicar el resultado del proceso de suavizado realizado por la segunda unidad 24 de suavizado, la  
20 unidad 26 de selección del valor del píxel selecciona el valor del píxel original, que todavía se debe suavizar, y lo emite.

Las unidades de la unidad 21 de extracción del área específica a la unidad 26 de selección del valor del píxel realizan los procesos anteriores en todos los píxeles de la imagen de entrada. Por lo tanto, la unidad 20 de procesamiento de imágenes genera una imagen de salida y la emite a la unidad 18 de accionamiento de panel. Mientras que la unidad 20 de procesamiento de imágenes mostrada en el diagrama de bloques de la Fig. 2 está  
25 configurada para realizar en paralelo procesos en la primera unidad 23 de suavizado, la segunda unidad 24 de suavizado y similares, y para finalmente seleccionar entre los resultados del proceso, se pueden utilizar otras configuraciones. Por ejemplo, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede configurarse para determinar secuencialmente si se cumple un criterio para realizar un proceso de suavizado y, si se cumple el criterio, realizar uno de los procesos de suavizado, como se muestra a continuación.

30 La Fig. 3 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de los pasos de un proceso de eliminación de ruido realizado por la unidad 20 de procesamiento de imágenes. La unidad 20 de procesamiento de imágenes selecciona un píxel como el píxel objetivo en la imagen de entrada desde la unidad 17 de descompresión de imágenes (paso S1) y extrae un área específica que incluye el píxel objetivo y tiene un tamaño predeterminado (paso S2). La unidad 20 de procesamiento de imágenes determina si realizar un proceso de suavizado en el píxel objetivo en el área  
35 específica extraída (paso S3).

Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que se debe realizar un proceso de suavizado (S4: SÍ), filtra el área específica utilizando un filtro de suavizado (paso S5). Este filtro de suavizado se selecciona de entre los múltiples filtros de suavizado almacenados previamente, basándose en la dirección y la posición del límite de ruido determinado en el proceso de determinación de suavizado. La unidad 20 de procesamiento de imágenes emite  
40 entonces, como resultado del proceso, el valor del píxel objetivo filtrado por el filtro de suavizado (paso S6).

Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que no se debe realizar un proceso de suavizado (S4: NO), filtra el área específica utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes (paso S7), y determina si aplicar el resultado de dicho proceso de filtrado (paso S8). El filtro de suavizado con preservación de bordes se selecciona de entre los múltiples filtros de suavizado con preservación de bordes almacenados previamente,  
45 basándose en la dirección del borde en el área específica, y similares. La unidad 20 de procesamiento de imágenes hace esta determinación de aplicación basándose en uno o más criterios, es decir, uno o más de la cantidad del componente del borde en el área específica, del patrón de cambio de los valores de los píxeles en el área específica, del resultado del suavizado en el paso S7, y similares.

Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que se debe aplicar el resultado del proceso de filtrado realizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes (S9: SÍ), emite, como el resultado del proceso el valor del píxel objetivo filtrado en este proceso de filtrado (paso S10). Si no se determina así (S9: NO), la unidad  
50 20 de procesamiento de imágenes emite el valor del píxel objetivo seleccionado en el paso S1 (paso S11).

La unidad 20 de procesamiento de imágenes genera una imagen de salida al realizar repetidamente los pasos S1 a S11 descritos anteriormente en todos los píxeles de la imagen de entrada. El valor de cada uno de los píxeles en la imagen de salida generada es uno de un valor del píxel obtenido al filtrar el valor del píxel correspondiente en la  
55 imagen de entrada utilizando el filtro de suavizado, de un valor del píxel obtenido al filtrar el valor del píxel

correspondiente utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes y del valor del píxel que todavía se debe suavizar (el mismo valor del píxel que en la imagen de entrada). Por lo tanto, la imagen de salida se obtiene como una imagen en la que el ruido gradual, tal como el ruido de bloque, se ha eliminado o reducido de la imagen de entrada.

5 <1. Proceso de determinación de suavizado>

<1-1. Esquema del proceso>

A continuación, se describirá el proceso de determinación de suavizado realizado por la unidad 20 de procesamiento de imágenes. El proceso de determinación de suavizado es un proceso realizado por la unidad 22 de determinación de suavizado en la Fig. 2, en el paso S3 de la Fig. 3. La Fig. 4 es un diagrama de flujo que muestra esquemáticamente los pasos del proceso de determinación de suavizado realizado por la unidad 20 de procesamiento de imágenes. Primero, la unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza una determinación horizontal (transversal) (paso S21) y una determinación vertical (longitudinal) (paso S22) con respecto al área específica extraída de la imagen de entrada. Por lo tanto, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina si suavizar el píxel objetivo en el área específica (paso S23). Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que no se debe suavizar el píxel objetivo (S23: NO), la unidad 20 de procesamiento de imágenes finaliza el proceso de determinación de suavizado.

Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que se debe suavizar el píxel objetivo (S23: SÍ), determina si hay un límite de ruido que se extienda horizontal o verticalmente en el área específica (paso S24).

Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que no hay límite de ruido que se extienda horizontal o verticalmente (S25: NO), determina si hay un límite de ruido que se extienda en cualquier otra dirección en el área específica (paso S26). Los ejemplos de un límite de ruido que se extiende en cualquier otra dirección incluyen límites de ruido que se extienden diagonalmente en direcciones de 45 °, 135 °, y similares, y límites de ruido que se extienden horizontal o verticalmente en el área específica y que tienen formas de L, de T, de cruz y otras. Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que hay un límite de ruido que se extiende en cualquier otra dirección (S26: SÍ), finaliza el proceso de determinación de suavizado.

Un área específica en la que no hay límite de ruido que se extienda en cualquier dirección, puede considerarse como un área correspondiente a un área interna del ruido de bloque. Por consiguiente, si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que no hay límite de ruido que se extienda en cualquier otra dirección en el área específica (S26: NO), determina si el área específica tiene un tamaño predeterminado (paso S27). Si el área específica no tiene el tamaño predeterminado (S27: NO), la unidad 20 de procesamiento de imágenes expande el área específica (paso S28) y regresa al paso S24 para volver a determinar la dirección de un límite de ruido. Si el área específica tiene el tamaño predeterminado (S27: SÍ), la unidad 20 de procesamiento de imágenes finaliza el proceso de determinación de suavizado.

Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que hay un límite de ruido que se extiende horizontal o verticalmente en el área específica (S25: SÍ), determina la posición del límite de ruido en el área específica (paso S29), finalizando el proceso de determinación de suavizado.

<1-2. Determinación horizontal/vertical>

La Fig. 5 es un diagrama esquemático que muestra el proceso de determinación horizontal en el paso S21. La unidad 20 de procesamiento de imágenes selecciona un píxel como el píxel objetivo en la imagen de entrada y extrae un área 100 específica que incluye el píxel objetivo y tiene un tamaño (5 × 5 píxeles en el ejemplo mostrado en la Fig. 5) predeterminado. En la Fig. 5, el píxel objetivo en el área 100 específica está sombreado. En el proceso de determinación horizontal, primero, la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula los diferenciales de primer orden entre los valores de los píxeles adyacentes horizontalmente en el área 100 específica (es decir, las diferencias entre los valores de los píxeles adyacentes). Por lo tanto, la unidad 20 de procesamiento de imágenes obtiene una matriz 101 diferencial de primer orden horizontal que consiste en los diferenciales de primer orden de 4 × 5. La unidad 20 de procesamiento de imágenes compara entonces los valores absolutos de los diferenciales de primer orden en la matriz 101 diferencial de primer orden horizontal con un umbral predeterminado para binarizar la matriz 101 diferencial de primer orden horizontal (p. ej., un diferencial de primer orden cuyo valor absoluto es mayor o igual que el umbral se binariza a 1, un diferencial de primer orden cuyo valor absoluto es menor que el umbral se binariza a 0). La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza entonces una operación OR en los cuatro diferenciales de primer orden binarizados dispuestos horizontalmente, obteniendo así una columna 102 OR diferencial de primer orden horizontal que consiste en los cinco resultados de la operación.

La unidad 20 de procesamiento de imágenes también calcula los diferenciales (es decir, los diferenciales de segundo orden) entre los diferenciales de primer orden adyacentes horizontalmente en la matriz 101 diferencial de

5 primer orden horizontal, obteniendo así una matriz 103 diferencial de segundo orden horizontal que consiste en  $3 \times 5$  diferenciales de segundo orden. La unidad 20 de procesamiento de imágenes compara entonces los valores absolutos de los diferenciales de segundo orden en la matriz 103 diferencial de segundo orden horizontal con un umbral predeterminado para binarizar la matriz 103 diferencial de segundo orden horizontal (p. ej., un diferencial de segundo orden cuyo valor absoluto es mayor o igual que el umbral se binariza a 1, un diferencial de segundo orden cuyo valor absoluto es menor que el umbral se binariza a 0). La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza entonces una operación OR en todos los tres diferenciales de segundo orden binarizados dispuestos horizontalmente, obteniendo así una columna 104 OR diferencial de segundo orden horizontal que consiste en los cinco resultados de la operación. El umbral para binarizar los diferenciales de primer orden y el umbral para binarizar los diferenciales de segundo orden pueden ser iguales o diferentes. Estos umbrales se determinan en la etapa de diseño del dispositivo 1 de visualización u otras etapas.

15 La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza entonces una operación OR en los dos valores en cada una de las posiciones correspondientes entre la columna 102 OR diferencial de primer orden horizontal y la columna 104 OR diferencial de segundo orden horizontal, obteniendo así una columna 105 OR horizontal que consiste en los cinco resultados de la operación. La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza entonces una operación OR en los tres valores superiores (es decir, los valores primero a tercero) en la columna 105 OR horizontal, obteniendo así un valor 106 OR superior horizontal, y realiza una operación OR en los tres valores inferiores (es decir, los valores tercero a quinto), obteniendo así un valor 107 OR inferior horizontal. La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza entonces una operación AND en el valor 106 OR superior horizontal y el valor 107 OR inferior horizontal, obteniendo así un resultado 108 de determinación horizontal.

25 El resultado 108 de determinación horizontal así obtenido es información de un bit, cuyo valor es "0" o "1". El resultado 108 de determinación horizontal indica si el píxel objetivo en el área 100 específica está incluido en un bloque de componentes de baja frecuencia, donde los cambios en el valor del píxel en la dirección horizontal son constantes y pequeños. Un resultado 108 de determinación horizontal de "0" indica que el píxel objetivo puede estar incluido en un bloque de componentes de baja frecuencia. En contraste, un resultado 108 de determinación horizontal de "1" indica que el píxel objetivo no está incluido en un bloque de componentes de baja frecuencia (es decir, no puede actuar como ruido de bloque).

30 La Fig. 6 es un diagrama de flujo que muestra los pasos del proceso de determinación horizontal realizado por la unidad 20 de procesamiento de imágenes. Primero, la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula los diferenciales de primer orden entre los píxeles adyacentes horizontalmente en el área 100 específica (paso S31). La unidad 20 de procesamiento de imágenes compara entonces los valores absolutos de los diferenciales de primer orden calculados con el umbral para binarizar los diferenciales de primer orden (paso S32) y realiza entonces una operación OR en los diferenciales de primer orden binarizados dispuestos horizontalmente en cada una de las filas (paso S33). La unidad 20 de procesamiento de imágenes también calcula los diferenciales de segundo orden entre los horizontales adyacentes de los diferenciales de primer orden obtenidos en el paso S31 (paso S34). La unidad 20 de procesamiento de imágenes compara entonces los valores absolutos de los diferenciales de segundo orden calculados con el umbral para binarizar los diferenciales de segundo orden (paso S35) y realiza entonces una operación OR en los diferenciales de segundo orden binarizados dispuestos horizontalmente en cada una de las filas (paso S36).

40 La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza entonces operaciones OR en el resultado de la operación en el paso S33 y el resultado de la operación en el paso S36 en las posiciones correspondientes, obteniendo así múltiples valores de operación OR (paso S37). La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza una operación OR en la mitad superior de los valores de operación OR (paso S38) y realiza una operación OR en la mitad inferior de los mismos (paso S39). La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza entonces una operación AND en el resultado de la operación en el paso S38 y en el resultado de la operación en el paso S39 (paso S40), finalizando el proceso de determinación horizontal.

50 La Fig. 7 es un diagrama esquemático que muestra el proceso de determinación vertical en el paso S22. Señalar que el proceso de determinación vertical es aproximadamente el mismo que el proceso de determinación horizontal, excepto que difiere de él en la dirección de la operación. En el proceso de determinación vertical, primero, la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula los diferenciales de primer orden entre los valores de los píxeles adyacentes verticalmente en el área 100 específica, obteniendo así una matriz 111 diferencial de primer orden vertical que consiste en los  $5 \times 4$  diferenciales de primer orden. La unidad 20 de procesamiento de imágenes compara entonces los valores absolutos de los diferenciales de primer orden en la matriz 111 diferencial de primer orden vertical con un umbral predeterminado para binarizar la matriz 111 diferencial de primer orden vertical. La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza una operación OR en los cuatro diferenciales de primer orden binarizados dispuestos verticalmente, en cada una de las columnas, obteniendo así una fila 112 OR diferencial de primer orden vertical que consiste en los cinco resultados de la operación.

La unidad 20 de procesamiento de imágenes también calcula los diferenciales (es decir, diferenciales de segundo orden) entre los diferenciales de primer orden adyacentes verticalmente en la matriz 111 diferencial de primer orden vertical, obteniendo así una matriz 113 diferencial de segundo orden vertical que consiste en los  $3 \times 5$  diferenciales de segundo orden. La unidad 20 de procesamiento de imágenes compara entonces los valores absolutos de los diferenciales de segundo orden en la matriz 113 diferencial de segundo orden vertical con un umbral predeterminado para binarizar la matriz 113 diferencial de segundo orden vertical. La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza una operación OR en los tres diferenciales de segundo orden binarizados dispuestos verticalmente en cada una de las columnas, obteniendo así una fila 114 OR diferencial de segundo orden vertical que consiste en los cinco resultados de la operación.

5 La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza entonces una operación OR en los dos valores en cada una de las posiciones correspondientes entre la fila 112 OR de diferencial primer orden vertical y la fila 114 OR de diferencial segundo orden vertical, obteniendo así una fila 115 OR vertical que consiste en los cinco resultados de la operación. La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza una operación OR en los tres valores superiores en la fila 115 OR vertical, obteniendo un valor 116 OR superior vertical, y realiza también una operación OR en los tres valores inferiores de la misma, obteniendo un valor 117 OR inferior vertical. La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza entonces una operación AND en el valor 116 OR superior vertical y el valor 117 OR inferior vertical, obteniendo así un resultado 118 de determinación vertical.

20 El resultado 118 de determinación vertical así obtenido es información de un bit, cuyo valor es "0" o "1". El resultado 118 de determinación vertical indica si el píxel objetivo en el área 100 específica está incluido en un bloque de componentes de baja frecuencia donde los cambios en el valor del píxel en la dirección vertical son constantes y pequeños. Cuando el valor del resultado 118 de determinación vertical es "0", esto significa que el píxel objetivo puede estar incluido en un bloque de componentes de baja frecuencia. Cuando el valor del resultado 108 de determinación horizontal es "0" y cuando el valor del resultado 118 de determinación vertical es "0", se puede determinar que el píxel objetivo está incluido en un bloque de componentes de baja frecuencia. Cuando el valor del resultado de la determinación vertical 118 de "1", esto significa que el píxel objetivo no está incluido en un bloque de componentes de baja frecuencia.

30 Señalar que el proceso de determinación vertical es aproximadamente el mismo que el proceso de determinación horizontal y, por lo tanto, se omite un diagrama de flujo del mismo. Se puede obtener un diagrama de flujo que muestre el proceso de determinación vertical leyendo el término "horizontal" como "vertical" en el diagrama de flujo del proceso de determinación horizontal mostrado en la Fig. 6.

35 La unidad 20 de procesamiento de imágenes determina si suavizar el píxel objetivo en el área 100 específica, basándose en el resultado 108 de determinación horizontal obtenido en el proceso de determinación horizontal y en el resultado 118 de determinación vertical obtenido en el proceso de determinación vertical. Específicamente, si el valor del resultado 108 de determinación horizontal es "0" y si el valor del resultado 118 de determinación vertical es "0", la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que el píxel objetivo se debe suavizar y realiza el siguiente proceso. Por el contrario, si el valor de uno del resultado 108 de determinación horizontal o del resultado 118 de determinación vertical es "1", la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que el píxel objetivo no se debe suavizar, finalizando el proceso de determinación de suavizado.

<1-3. Proceso de determinación de la dirección del límite de ruido>

40 Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que se debe suavizar el píxel objetivo en el área 100 específica, determina la dirección de extensión del límite de ruido en el área 100 específica. La Fig. 8 incluye diagramas esquemáticos que muestran el proceso de determinación de la dirección del límite de ruido. En el proceso de determinación de la dirección del límite de ruido, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina cuál de un patrón horizontal mostrado en la Fig. 8A, de un patrón vertical mostrado en la Fig. 8B, de un patrón interno mostrado en la Fig. 8C y de otros patrones mostrados en la Fig. 8D, representa la dirección de un límite de ruido en el área 100 específica. El patrón horizontal de la Fig. 8A es un patrón en el que un límite de ruido se extiende en la dirección horizontal (dirección transversal) del área 100 específica. El patrón vertical de la Fig. 8B es un patrón en el que un límite de ruido se extiende en la dirección vertical (dirección longitudinal) del área 100 específica. El patrón interno de la Fig. 8C es un patrón en el que el área 100 específica no incluye un límite de ruido sino que es el área interna del bloque de ruido. Los patrones de la Fig. 8D son ejemplos de patrones distintos a los de las Fig. 8A a 8C.

55 La unidad 20 de procesamiento de imágenes determina entonces la dirección de un límite de ruido utilizando los datos generados en los procesos de determinación vertical y horizontal anteriores. Específicamente, la unidad 20 de procesamiento de imágenes utiliza la columna 105 OR horizontal generada en el proceso de determinación horizontal y la fila 115 OR vertical generada en el proceso de determinación vertical. La unidad 20 de procesamiento de imágenes determina si todos los cinco valores en la columna 105 OR horizontal (más de cinco valores si el área 100 específica está expandida) son "0". De manera similar, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina si todos los cinco valores en la fila 115 OR vertical son "0". Si todos los valores en la columna 105 OR horizontal son

“0”, el valor del píxel en el área 100 específica varía suavemente en la dirección horizontal. Si todos los valores en la fila 115 OR vertical son “0”, el valor del píxel en el área 100 específica varía suavemente en la dirección vertical.

Si no todos los valores en la columna 105 OR horizontal son “0” y si todos los valores en la fila 115 OR vertical son “0”, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que el límite de ruido en el área 100 específica es el patrón horizontal de la Fig. 8A. Si todos los valores en la columna 105 OR horizontal son “0” y si no todos los valores en la fila 115 OR vertical son “0”, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que el límite de ruido en el área 100 específica es el patrón vertical de la Fig. 8B. Si todos los valores en la columna 105 OR horizontal son “0” y si todos los valores en la fila 115 OR vertical son “0”, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que el área 100 específica es el patrón interno de la Fig. 8C (es decir, el área 100 específica es un área rodeada o emparedada por o adyacente al límite de ruido en la imagen de entrada). Si no todos los valores en la columna 105 OR horizontal son “0” y si no todos los valores en la fila 115 OR vertical son “0”, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que el límite de ruido en el área 100 específica es uno de los otros patrones de la Fig. 8D.

Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina en el proceso de determinación de la dirección del límite de ruido que el área 100 específica es el patrón interno de la Fig. 8C, expande el área 100 específica, por ejemplo, a  $5 \times 5$  píxeles, luego a  $7 \times 7$  píxeles y luego a  $9 \times 9$  píxeles, y similares. La unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula entonces una columna 105 OR horizontal y una fila 115 OR vertical con respecto al área 100 específica expandida de maneras similares a las mostradas en las Fig. 5 a 7. La unidad 20 de procesamiento de imágenes determina cuál de los patrones mostrados en las Fig. 8A a 8D representa la dirección de un límite de ruido en el área 100 específica expandida, basándose en la columna 105 OR horizontal y la fila 115 OR vertical calculadas. La unidad 20 de procesamiento de imágenes expande el área 100 específica y repite el proceso anterior hasta que determina que el límite de ruido en el área 100 específica expandida es el patrón horizontal de la Fig. 8A, el patrón vertical de la Fig. 8B, o cualquiera de los otros patrones de la Fig. 8D o hasta que el tamaño del área 100 específica sea de un tamaño predeterminado (p. ej.,  $9 \times 9$  píxeles). Cuando el área 100 específica alcanza el tamaño predeterminado, la unidad 20 de procesamiento de imágenes ya no expande el área 100 específica, finalizando el proceso de determinación de suavizado.

#### <1-4. Proceso de determinación de la posición del límite de ruido>

Si la dirección del límite de ruido en el área 100 específica es el patrón horizontal de la Fig. 8A o el patrón vertical de la Fig. 8B, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina la posición del límite de ruido en el área 100 específica. La Fig. 9 incluye diagramas esquemáticos que muestran el proceso de determinación de la posición del límite de ruido y muestra casos en los que el límite de ruido en el área 100 específica es un patrón vertical. La posición del límite de ruido vertical en el área 100 específica que consiste en  $5 \times 5$  píxeles, es una de las cuatro posiciones mostradas en las Fig. 9A a 9D. Señalar que el proceso de determinación de posición cuando el límite de ruido es un patrón horizontal, es aproximadamente el mismo que cuando el límite de ruido es un patrón vertical y, por lo tanto, no se describirá.

La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza entonces el proceso de determinación de la posición del límite de ruido utilizando los datos generados en el proceso de determinación horizontal anterior. Específicamente, la unidad 20 de procesamiento de imágenes compara la matriz 103 diferencial de segundo orden horizontal generada en el proceso de determinación horizontal con un umbral para binarizar la matriz 103 diferencial de segundo orden horizontal y luego utiliza la matriz 103a diferencial de segundo orden horizontal binarizada obtenida en el proceso de determinación de la posición del límite de ruido. Por ejemplo, si el límite de ruido se encuentra en el borde izquierdo del área 100 específica, como se muestra en la Fig. 9A, la matriz 103a diferencial de segundo orden horizontal binarizada de  $3 \times 5$  forma un patrón cuya primera columna incluye “1” y cuyas columnas segunda y tercera incluyen cada una “0”. Si el límite de ruido se encuentra en una posición que se encuentra en el centro del área 100 específica y está ligeramente más cerca del borde izquierdo, como se muestra en la Fig. 9B, la matriz 103a diferencial de segundo orden binarizada horizontal de  $3 \times 5$  forma un patrón cuyas columnas primera y segunda incluyen cada una “1” y cuya tercera columna incluye “0”. Si el límite de ruido se encuentra en una posición que está en el centro del área 100 específica y está un poco más cerca del borde derecho, como se muestra en la Fig. 9C, la matriz 103a diferencial de segundo orden horizontal binarizada de  $3 \times 5$  forma un patrón cuyas columnas segunda y tercera incluyen cada una “1” y cuya primera columna incluye “0”. Si el límite de ruido se encuentra en el borde derecho del área 100 específica, como se muestra en la Fig. 9D, la matriz 103a diferencial de segundo orden horizontal binarizada de  $3 \times 5$  forma un patrón cuya tercera columna incluye “1” y cuyas columnas primera y segunda incluyen cada una “0”.

En consecuencia, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede determinar la posición del límite de ruido en el área 100 específica verificando el patrón de disposición de “0” y “1” incluido en la matriz 103a diferencial de segundo orden horizontal binarizada, generada en base a la matriz 103 diferencial de segundo orden horizontal generada en el proceso de determinación horizontal. La posición del límite de ruido horizontal también se determina de manera similar. La unidad 20 de procesamiento de imágenes puede determinar la posición del límite de ruido horizontal en el área 100 específica generando una matriz diferencial de segundo orden vertical binarizada al comparar la matriz 113

diferencial de segundo orden vertical, generada en el proceso de determinación vertical, con un umbral y luego verificar el patrón de disposición de "0" y "1" en esta matriz diferencial de segundo orden binarizada.

<2. Proceso de suavizado>

5 Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina en el proceso de determinación de suavizado anterior que se debe suavizar el valor del píxel objetivo en el área 100 específica, suaviza el valor del píxel. En este momento, la unidad 20 de procesamiento de imágenes selecciona uno de los múltiples filtros de suavizado almacenados en la misma, basándose en la dirección determinada en el proceso de determinación de la dirección del límite del ruido, en la posición determinada en el proceso de determinación de la posición del límite de ruido y similares, y luego suaviza el píxel del píxel objetivo en el área 100 específica utilizando el filtro de suavizado seleccionado.

10 Las Fig. 10 y 11 incluyen diagramas esquemáticos que muestran cada uno un ejemplo de filtro de suavizado. Un filtro de suavizado utilizado para suavizar el área 100 específica que consiste en  $5 \times 5$  píxeles tiene un tamaño de  $5 \times 5$ . La unidad 20 de procesamiento de imágenes utiliza, como el valor suavizado del píxel objetivo, un valor A obtenido al realizar una operación matricial  $A = (a_{11} \times f_{11} + a_{12} \times f_{12} + \dots + a_{55} \times f_{55}) / (f_{11} + f_{12} + \dots + f_{55})$ . En esta operación matricial,  $a_{ij}$  ( $i = 1$  a  $5$ ,  $j = 1$  a  $5$ ) representa el valor de cada uno de los píxeles en el área específica; y  $f_{ij}$  ( $i = 1$  a  $5$ ,  $j = 1$  a  $5$ ) representa el valor del filtro de suavizado correspondiente a cada uno de los píxeles. Este método de operación también se utiliza en los procesos de filtrado que utilizan otros filtros (filtro de suavizado con preservación de bordes, filtro de Sobel, filtro laplaciano y similares) que se describen a continuación.

20 La Fig. 10A muestra un ejemplo de un filtro de suavizado utilizado cuando el límite de ruido en el área 100 específica es un patrón vertical. En el filtro de suavizado de la Fig. 10A, los cinco valores en la tercera fila se establecen en 1 y los valores en las otras filas se establecen en 0. La utilización del filtro de suavizado de la Fig. 10A permite el cálculo del valor promedio entre el píxel objetivo y los cuatro píxeles en los lados izquierdo y derecho del píxel objetivo en el área 100 específica. La unidad 20 de procesamiento de imágenes emite entonces el valor promedio de los cinco píxeles como el píxel objetivo suavizado. Como se vio anteriormente, el filtro de suavizado de la Fig. 10A suaviza el píxel objetivo al calcular el valor promedio de los píxeles en una dirección que cruza el límite de ruido vertical.

25 Como con la Fig. 10A, la Fig. 10B muestra un ejemplo de un filtro de suavizado utilizado cuando el límite de ruido en el área 100 específica es un patrón vertical. Señalar que el filtro de suavizado de la Fig. 10B considera además la posición del límite de ruido y se utiliza cuando el límite de ruido en una posición que está en el centro del área 100 específica y está un poco más cerca del borde izquierdo, como se muestra en la Fig. 9B. En el filtro de suavizado de la Fig. 10B, el valor del centro se establece en 3, el valor a la izquierda adyacente al mismo en 2 y los otros valores en 0. La utilización del filtro de suavizado de la Fig. 10B permite el cálculo del valor promedio ponderado entre el píxel objetivo y el píxel a la izquierda adyacente al mismo en el área 100 específica. La unidad 20 de procesamiento de imágenes emite este valor promedio como el píxel objetivo suavizado.

35 La Fig. 10C muestra un ejemplo de un filtro de suavizado utilizado cuando el límite de ruido en el área 100 específica es un patrón horizontal. En el filtro de suavizado de la Fig. 10C, los cinco valores en la tercera columna se establecen en 1 y los valores en las otras columnas se establecen en 0. La utilización del filtro de suavizado de la Fig. 10C permite el cálculo del valor promedio entre el píxel objetivo y los cuatro píxeles en los lados superior e inferior del píxel objetivo en el área 100 específica. La unidad 20 de procesamiento de imágenes emite el valor promedio de los cinco píxeles como el píxel objetivo suavizado. Como se vio anteriormente, el filtro de suavizado de la Fig. 10C suaviza el píxel objetivo al calcular el valor promedio de los píxeles en una dirección que cruza el límite de ruido horizontal.

40 La Fig. 11D muestra un ejemplo de un filtro de suavizado utilizado cuando el límite de ruido en el área 100 específica es cualquier otro patrón. En el filtro de suavizado de la Fig. 11D, todos los  $5 \times 5 = 25$  valores se establecen en 1. La utilización del filtro de suavizado de la Fig. 11D permite el cálculo del valor promedio de todos los píxeles en el área 100 específica. La unidad 20 de procesamiento imágenes emite este valor promedio como el píxel objetivo suavizado.

45 La Fig. 11E muestra un ejemplo de un filtro de suavizado utilizado en un área 100 específica que no incluye límite de ruido cuando tiene  $5 \times 5$  píxeles, pero incluye un límite de ruido cuando se expande a  $7 \times 7$  píxeles. El filtro de suavizado de la Fig. 11E se obtiene expandiendo el filtro de suavizado de la Fig. 11D y se utiliza cuando el límite de ruido es cualquier otro patrón. Del mismo modo, los filtros de suavizado de las Fig. 10A a 10C se pueden expandir a un tamaño de  $7 \times 7$ . La utilización del filtro de suavizado de la Fig. 11E permite el cálculo del valor promedio de todos los píxeles en el área 100 específica expandida. La unidad 20 de procesamiento de imágenes genera este valor promedio como el píxel objetivo suavizado.

50 Como se vio anteriormente, la unidad 20 de procesamiento de imágenes selecciona un filtro de suavizado basándose en la dirección y la posición del límite de ruido, y similares, suaviza el valor del píxel objetivo utilizando el filtro de suavizado seleccionado, y emite el valor del píxel suavizado. Señalar que los filtros de suavizado mostrados

en las Fig. 10 y 11 son solo ilustrativos. Además, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede configurarse para determinar la presencia o ausencia de un límite de ruido pero no para determinar la dirección o la posición del mismo y, cuando determina que el área 100 específica incluye un límite de ruido, filtra el área 100 específica utilizando los filtros de suavizado mostrados en la Fig. 11.

5 <3. Suavizado con preservación de bordes>

<3-1. Filtro de suavizado con preservación de bordes>

Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina en el proceso de determinación de suavizado anterior que no se debe suavizar el valor del píxel objetivo en el área 100 específica, suaviza el píxel del píxel objetivo utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes. Específicamente, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina la dirección de un componente del borde en el área 100 específica, selecciona uno de los múltiples filtros de suavizado con preservación de bordes almacenados en la unidad 20 de procesamiento de imágenes, basándose en la dirección determinada del componente del borde, y suaviza el valor del píxel objetivo en el área 100 específica utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes seleccionado.

Las Fig. 12 a 14 incluyen diagramas esquemáticos, cada uno de los cuales muestra un ejemplo de un filtro de suavizado con preservación de bordes. En la presente realización, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina cuál de las ocho direcciones, es decir, la dirección horizontal (0 °), una dirección diagonal de 45 °, la dirección vertical (90 °), una dirección diagonal de 135 °, una la dirección diagonal de 22,5 °, una dirección diagonal de 67,5 °, una dirección diagonal de 112,5 ° y una dirección diagonal de 157,5 °, representa la dirección del componente del borde en el área 100 específica o determina si el componente del borde no tiene dirección. Por esta razón, la unidad 20 de procesamiento de imágenes almacena ocho filtros de suavizado con preservación de bordes correspondientes a las ocho direcciones y un filtro de suavizado isotrópico correspondiente a una determinación sin dirección, que no es del tipo con conservación de bordes.

Un filtro mostrado en la Fig. 12A es un filtro de suavizado que preserva un componente del borde horizontal. Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que la dirección del componente del borde en el área 100 específica es horizontal, realiza un proceso de suavizado utilizando el filtro de la Fig. 12A. Al realizar un proceso de filtrado utilizando el filtro de la Fig. 12A, la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula el valor promedio ponderado entre el valor del píxel objetivo y los valores de los cuatro píxeles en los lados izquierdo y derecho del píxel objetivo a lo largo de la dirección del componente del borde en el área 100 específica. Para ponderar, los pesos más grandes se asignan a los valores de los píxeles más cercanos al píxel objetivo. La unidad 20 de procesamiento de imágenes emite el valor promedio calculado como el píxel objetivo suavizado.

Un filtro mostrado en la Fig. 12B es un filtro de suavizado para preservar un componente del borde en una dirección diagonal de 45 ° y puede calcular el valor promedio ponderado entre el valor del píxel objetivo y los valores de los cuatro píxeles situados en una dirección diagonal de 45 ° con respecto al mismo. De manera similar, un filtro mostrado en la Fig. 12C es un filtro de suavizado para preservar un componente del borde en la dirección vertical (90 °). Un filtro mostrado en la Fig. 12D es un filtro de suavizado para preservar un componente del borde en una dirección diagonal de 135 °.

Un filtro mostrado en la Fig. 13E es un filtro de suavizado para preservar un componente del borde en una dirección diagonal de 22,5 ° y puede calcular el valor promedio ponderado entre el valor del píxel objetivo y los valores de los seis píxeles situados en una dirección diagonal de 22,5 ° con respecto al mismo. De manera similar, un filtro mostrado en la Fig. 13F es un filtro de suavizado para preservar un componente del borde en una dirección diagonal de 67,5 °. Un filtro mostrado en la Fig. 13G es un filtro de suavizado para preservar un componente del borde en una dirección diagonal de 112,5 °. Un filtro mostrado en la Fig. 13H es un filtro de suavizado para preservar un componente del borde en una dirección diagonal de 157,5 °.

Un filtro de suavizado mostrado en la Fig. 14 se utiliza cuando se determina que la dirección del componente del borde en el área 100 específica no corresponde a cualquiera de las ocho direcciones anteriores. Este filtro de suavizado puede asignar pesos a los valores de todos los píxeles en el área 100 específica, basándose en las distancias desde el píxel objetivo, y calcular el valor promedio entre los valores resultantes.

En base a los filtros de suavizado con preservación de bordes correspondientes a las ocho direcciones mostradas en las Fig. 12 y 13, se puede generar un filtro X de suavizado que preserva un borde en una dirección de cualquier ángulo  $x$  ( $0^\circ < x < 180^\circ$ ) utilizando las fórmulas a continuación.

En esas fórmulas, A representa el filtro de suavizado con preservación de bordes en la dirección de 0 ° mostrado en la Fig. 12A, B representa el filtro de suavizado con preservación de bordes en la dirección de 45 ° mostrado en la Fig. 12B, C representa el filtro de suavizado con preservación de bordes en la dirección de 90 ° mostrado en la Fig. 12C, y D representa el filtro de suavizado con preservación de bordes en la dirección de 135 ° mostrado en la Fig. 12D, E representa el filtro de suavizado con preservación de bordes en la dirección de 22,5 ° mostrado en la Fig.

13E, F representa el filtro de suavizado con preservación de bordes en la dirección de 67,5 ° mostrado en la Fig. 13F, G representa el filtro de suavizado con preservación de bordes en la dirección de 112,5 ° mostrado en la Fig. 13G, y H representa el filtro de suavizado con preservación de bordes en la dirección de 157,5 ° mostrado en la Fig. 13H.

- 5 Si  $0^\circ < x < 22,5^\circ$ , entonces  $X = \alpha A + (1 - \alpha) E$   
 Si  $22,5^\circ < x < 45^\circ$ , entonces  $X = \alpha E + (1 - \alpha) B$   
 Si  $45^\circ < x < 67,5^\circ$ , entonces  $X = \alpha B + (1 - \alpha) F$   
 Si  $67,5^\circ < x < 90^\circ$ , entonces  $X = \alpha F + (1 - \alpha) C$   
 Si  $90^\circ < x < 112,5^\circ$ , entonces  $X = \alpha C + (1 - \alpha) G$   
 10 Si  $112,5^\circ < x < 135^\circ$ , entonces  $X = \alpha G + (1 - \alpha) D$   
 Si  $135^\circ < x < 157,5^\circ$ , entonces  $X = \alpha D + (1 - \alpha) H$   
 Si  $157,5^\circ < x < 180^\circ$ , entonces  $X = \alpha H + (1 - \alpha) A$

15 En las fórmulas anteriores,  $\alpha$  representa un coeficiente que depende de un ángulo  $x$  y que es más que 0 y menos que 1. Por ejemplo, si  $x = 10^\circ$ , entonces  $\alpha = (10 - 0) / (22,5 - 0) = 0,44$ . Por ejemplo, si  $x = 75^\circ$ , entonces  $\alpha = (75 - 67,5) / (90 - 67,5) = 0,33$ . Es decir,  $\alpha$  se puede determinar como  $(x - m) / (n - m)$  donde  $m < x < n$ .

<3-2. Determinación de la dirección del borde>

(a) Proceso de cálculo de la fuerza del borde

20 Para seleccionar uno de estos múltiples filtros de suavizado con preservación de bordes, la unidad 20 de procesamiento de imágenes tiene que determinar la dirección del componente del borde en el área 100 específica. Por ejemplo, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede determinar la dirección del componente del borde realizando el filtrado utilizando un filtro de Sobel. La Fig. 15 incluye diagramas esquemáticos, cada uno de los cuales muestra un ejemplo de un filtro de Sobel para determinar la dirección. La unidad 20 de procesamiento de imágenes determina cuál de las cuatro direcciones, es decir, la dirección horizontal (0 °), una dirección diagonal de 45 °, la dirección vertical (90 °) y una dirección diagonal de 135 °, representa la dirección del componente del borde, utilizando cuatro filtros de Sobel mostrados en las Fig. 15A a 15D, correspondientes a las respectivas direcciones.

30 Los filtros de Sobel mostrados en las Fig. 15A a 15D son matrices de  $3 \times 3$  y se utilizan para determinar la fuerza de un componente del borde en una dirección perpendicular a la dirección de disposición de los elementos cuyo valor se establece en 0. La unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula la fuerza del componente del borde filtrando el área de  $3 \times 3$  centrada en el píxel objetivo en el área 100 específica, utilizando los filtros de Sobel mostrados en las Fig. 15A a 15D (señalar que el valor calculado que tiene un valor absoluto más cercano a 0 indica una mayor fuerza del componente del borde).

35 Como se describió anteriormente, la unidad 20 de procesamiento de imágenes utiliza, como filtros de suavizado con preservación de bordes, los cuatro filtros correspondiente a 0 °, 45 °, 90 ° y 135 °, así como los cuatro filtros correspondientes a 22,5 °, 67,5 °, 112,5 ° y 157,5 °. Por esta razón, la unidad 20 de procesamiento de imágenes tiene que adquirir las fuerzas de los componentes del borde en direcciones de 22,5 °, 67,5 °, 112,5 ° y 157,5 °. Al utilizar uno de los dos métodos descritos a continuación (o utilizar una combinación de los mismos), la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula o estima las fuerzas de los componentes del borde en las direcciones de 22,5 °, 67,5 °, 112,5 ° y 157,5 °.

40 Un primer método para la adquisición de la fuerza de un componente del borde incluye almacenar previamente cuatro filtros de Sobel básicos correspondientes a 0 °, 45 °, 90 ° y 135 °, así como cuatro filtros de Sobel expandidos correspondientes a 22,5 °, 67,5 °, 112,5 ° y 157,5 °, y calcular las fuerzas de los componentes del borde utilizando los ocho filtros de Sobel.

45 Un filtro X de Sobel expandido correspondiente a cualquier ángulo  $x$  [rad] puede calcularse utilizando las fórmulas (1) a (4) a continuación. Señalar que  $0 < x < \pi$ . En esas fórmulas, A representa un filtro de Sobel básico correspondiente a un ángulo de 0 (0 °), B representa un filtro de Sobel básico correspondiente a un ángulo de  $\pi/4$  (45 °), C representa un filtro de Sobel básico correspondiente a un ángulo de  $\pi/2$  (90 °) y D representa un filtro de Sobel básico correspondiente a un ángulo  $3\pi/4$  (135 °). Se puede obtener un filtro de Sobel correspondiente a un ángulo de  $\pi$  (180 °) invirtiendo el signo del filtro de Sobel básico correspondiente al ángulo de 0 y, por lo tanto, se representa por E (= - A).

- 50 Si  $0 < x < \pi/4$ , entonces  $X = \alpha A + (1 - \alpha) B \dots (1)$   
 Si  $\pi/4 < x < \pi/2$ , entonces  $X = \alpha B + (1 - \alpha) C \dots (2)$   
 Si  $\pi/2 < x < 3\pi/4$ , entonces  $X = \alpha C + (1 - \alpha) D \dots (3)$   
 Si  $3\pi/4 < x < \pi$ , entonces  $X = \alpha D + (1 - \alpha) E \dots (4)$

En las fórmulas anteriores,  $\alpha$  representa un coeficiente dependiente del ángulo  $x$  y que es más que 0 y menos que 1. Por ejemplo, si  $x = \pi/8$ , a continuación,  $\alpha = 1/2$ . Por ejemplo, si  $x = \pi/6$ , entonces  $\alpha = 2/3$ . Es decir, cuando  $0 < x < \pi/4$ , el coeficiente  $\alpha$  se puede determinar basándose en la relación entre la diferencia entre el ángulo  $x$  del filtro X de Sobel que se debe calcular y el ángulo de 0 y la diferencia entre el ángulo  $x$  y  $\pi/4$ . Lo mismo es aplicable a los otros rangos de ángulo. Cuando  $m < x < n$ ,  $\alpha$  se puede determinar como  $(x - m) / (n - m)$ .

Además, en base a las Fórmulas (1) a (4) anteriores, un filtro de Sobel de  $3 \times 3$  para calcular la fuerza de un componente del borde en una dirección de cualquier ángulo  $x$  [rad] se puede generar utilizando las Fórmulas (5) a (8) a continuación. Señalar que  $0 \leq x < \pi$ .

(a) cuando  $0 \leq x < \frac{\pi}{4}$

$$\begin{bmatrix} -\alpha & \delta & \gamma \\ -\beta & 0 & \beta \\ -\gamma & -\delta & \alpha \end{bmatrix} \text{ donde } \alpha = 1 - \frac{4x}{\pi}, \beta = 2 - \frac{4x}{\pi}, \gamma = 1 + \frac{4x}{\pi}, \text{ y } \delta = \frac{4x}{\pi} \quad \dots (5)$$

(b) cuando  $\frac{\pi}{4} \leq x < \frac{\pi}{2}$

$$\begin{bmatrix} \delta & \gamma & \beta \\ -\alpha & 0 & \alpha \\ -\beta & -\gamma & -\delta \end{bmatrix} \text{ donde } \alpha = 2 - \frac{4x}{\pi}, \beta = 3 - \frac{4x}{\pi}, \gamma = \frac{4x}{\pi}, \text{ y } \delta = \frac{4x}{\pi} - 1 \quad \dots (6)$$

(c) cuando  $\frac{\pi}{2} \leq x < \frac{3\pi}{4}$

$$\begin{bmatrix} \gamma & \beta & \alpha \\ \delta & 0 & -\delta \\ -\alpha & -\beta & -\gamma \end{bmatrix} \text{ donde } \alpha = 3 - \frac{4x}{\pi}, \beta = 4 - \frac{4x}{\pi}, \gamma = \frac{4x}{\pi} - 1, \text{ y } \delta = \frac{4x}{\pi} - 2 \quad \dots (7)$$

(d) cuando  $\frac{3\pi}{4} \leq x < \pi$

$$\begin{bmatrix} \beta & \alpha & -\delta \\ \gamma & 0 & -\gamma \\ \delta & -\alpha & -\beta \end{bmatrix} \text{ donde } \alpha = 4 - \frac{4x}{\pi}, \beta = 5 - \frac{4x}{\pi}, \gamma = \frac{4x}{\pi} - 2, \text{ y } \delta = \frac{4x}{\pi} - 3 \quad \dots (8)$$

La utilización de las Fórmulas (5) a (8) anteriores permite la generación de filtros de Sobel expandidos correspondientes a  $22,5^\circ$ ,  $67,5^\circ$ ,  $112,5^\circ$  y  $157,5^\circ$ . La utilización de las Fórmulas (5) a (8) anteriores, también permite la generación de los filtros de Sobel básicos mostrados en las Fig. 15A a 15D.

Para un filtro de Sobel correspondiente a la dirección diagonal de  $22,5^\circ$  ( $x = \pi/8$ ), por ejemplo,  $\alpha = 1/2$ ,  $\beta = 3/2$ ,  $\gamma = 3/2$  y  $\delta = 1/2$ , se obtienen de una matriz (a) en la Fórmula (5) anterior. Una comparación entre el filtro de Sobel correspondiente a  $0^\circ$  mostrado en la Fig. 15A y el filtro de Sobel correspondiente a  $45^\circ$  mostrado en la Fig. 15C, revela que los valores en el filtro de Sobel correspondientes a  $45^\circ$  son valores obtenidos rotando los valores en el filtro de Sobel correspondiente a  $0^\circ$  por  $45^\circ$  grados. De manera similar, los valores en el filtro de Sobel correspondientes a  $22,5^\circ$  calculados utilizando la fórmula anterior, son valores obtenidos rotando los valores en el filtro de Sobel correspondiente a  $0^\circ$  por  $22,5^\circ$  grados. Además, cada uno de los valores en el filtro de Sobel correspondiente a  $22,5^\circ$  es el valor promedio de los valores correspondientes en los filtros de Sobel correspondientes a  $0^\circ$  y a  $45^\circ$ .

De acuerdo con el primer método para adquirir la fuerza de un componente del borde, la unidad 20 de procesamiento de imágenes almacena previamente los cuatro filtros de Sobel básicos y los cuatro filtros de Sobel expandidos y calcula entonces las fuerzas del borde utilizando los ocho filtros de Sobel. Por lo tanto, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede calcular las fuerzas de los componentes del borde en las ocho direcciones y puede seleccionar uno de los filtros de suavizado con preservación de bordes mostrados en las Fig. 12 y 13 basándose en las fuerzas calculadas. Como se vio anteriormente, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede almacenar los filtros de Sobel correspondientes a los ángulos a los que corresponden los filtros de suavizado con preservación de bordes almacenados. (En este caso, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede determinar cuál de los filtros de suavizado se debe utilizar, basándose en las fuerzas de los componentes del borde calculadas utilizando los respectivos filtros de Sobel y, por lo tanto, no tiene que realizar el proceso de estimación de la fuerza del borde (b) descrito a continuación.)

Por otra parte, de acuerdo con un segundo método para adquirir la fuerza de un componente del borde, la unidad 20 de procesamiento de imágenes almacena los cuatro filtros de Sobel mostrados en las Fig. 15A a 15D, pero no tiene que almacenar los filtros de Sobel correspondientes a las direcciones diagonales de  $22,5^\circ$ ,  $67,5^\circ$ ,  $112,5^\circ$  y  $157,5^\circ$ .

En este método, la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula las fuerzas de los componentes del borde en direcciones de ángulos con respecto a las cuales la unidad 20 de procesamiento de imágenes no almacena los filtros de Sobel correspondientes, en el proceso de estimación de la fuerza del borde (b) descrito a continuación.

(b) Proceso de estimación de la fuerza del borde

5 Si el número de filtros de Sobel almacenados es menor que el número de filtros de suavizado con preservación de bordes almacenados, la unidad 20 de procesamiento de imágenes estima las fuerzas de los componentes del borde en direcciones con respecto a las cuales la unidad 20 de procesamiento de imágenes no puede calcular utilizando los filtros de Sobel almacenados. La unidad 20 de procesamiento de imágenes estima las fuerzas de los componentes del borde en tales direcciones basándose en las fuerzas de los múltiples componentes del borde  
10 calculados en el proceso de cálculo de la fuerza del borde (a).

La Fig. 16 es una gráfica que muestra un ejemplo de la correspondencia entre el valor (valor absoluto) calculado por el filtro de Sobel y el ángulo. En la gráfica mostrada en la Fig. 16, el eje lateral representa el ángulo [°] y el eje longitudinal representa el valor absoluto de la fuerza del componente del borde calculada por el filtro de Sobel. Como se muestra en la Fig. 16, si el componente del borde depende de la dirección, el valor absoluto de la fuerza calculada utilizando el filtro de Sobel varía de una manera que tiene valores máximos y mínimos. La unidad 20 de procesamiento de imágenes del dispositivo 1 de visualización de la presente realización realiza la interpolación basándose en las fuerzas de los componentes del borde en las cuatro direcciones de 0 °, 45 °, 90 ° y 135 °  
15 calculadas por los cuatro filtros de Sobel mostrados en la Fig. 15. Por lo tanto, la unidad 20 de procesamiento de imágenes estima las fuerzas de los componentes del borde en las otras direcciones.

20 La Fig. 17 es un diagrama esquemático que muestra el proceso de interpolación para estimar las fuerzas. Los puntos mostrados por círculos negros en la Fig. 17 representan las fuerzas calculadas en los procesos de filtrado utilizando los filtros de Sobel. Específicamente, los puntos constan de cuatro puntos: A1 (X1, Y1), A2 (X2, Y2), A3 (X3, Y3) y A4 (X4, Y4). Un punto C (Xi, Yi) mostrado por un círculo sombreado en la Fig. 17 es un punto que indica la fuerza estimada en base a A1 a A4 y se encuentra entre los puntos A2 y A3. Se supone que la relación entre la distancia desde la coordenada X2 a una coordenada Xi y la distancia desde la coordenada Xi a la coordenada X3 es r: 1 - r (0 < r < 1).

Un punto B13 indicado por un círculo blanco en la Fig. 17 es un punto que tiene la coordenada X2 interpolada linealmente entre los puntos A1 y A3. De manera similar, un punto B24 es un punto que tiene la coordenada X3 interpolada linealmente entre los puntos A2 y A4. Un punto B23 es un punto que tiene la coordenada Xi interpolada linealmente entre los puntos A2 y A3. La distancia entre los puntos A2 y B13 (la diferencia en la coordenada Y entre ambos puntos) se define como Δα y la distancia entre los puntos A3 y B24 se define como Δβ. De manera similar, la distancia entre los puntos B23 y C se define como Δ.

En base a estos, una coordenada Yi estimada del punto C se puede representar mediante la Fórmula (11) a continuación.

35 
$$Y_i = (1-r) \times Y_2 + r \times Y_3 + \Delta \dots (11)$$

Además, Δ en la Fórmula (11) anterior se puede representar por la Fórmula (12) a continuación.

$$\Delta = (1-r) \times \Delta\alpha + r \times \Delta\beta \dots (12)$$

Además, Δα y Δβ se pueden representar por las Fórmulas (13) y (14) a continuación, respectivamente.

40 
$$\Delta\alpha = Y_2 - (Y_1 + Y_3) / 2 \dots (13)$$

$$\Delta\beta = Y_3 - (Y_2 + Y_4) / 2 \dots (14)$$

Específicamente, el punto C que se debe calcular es un punto obtenido sumando, hasta el punto (punto B23) interpolado linealmente entre los puntos adyacentes (puntos A2 y A3), un valor promedio (Δ), calculado ponderando los errores respectivos (Δα y Δβ) de los puntos (punto B13 y punto B24), cada uno se interpola entre dos puntos adyacentes utilizando los dos puntos distantes (puntos A1 y A4).

45 Las Fórmulas (11) a (14) anteriores se aplican a las fuerzas de los componentes del borde calculadas utilizando los filtros de Sobel. Las fuerzas (valores absolutos) de los componentes del borde calculadas utilizando los filtros de suavizado correspondientes a 0 °, 45 °, 90 ° y 135 ° mostrados en la Fig. 15, están representadas por a, b, c y d, respectivamente, y la fuerza estimada (valor absoluto) del componente del borde correspondiente a 22,5 ° está representada por e. Dado que el valor absoluto de la fuerza se utiliza en la presente realización, la fuerza del componente del borde correspondiente a 135 ° puede considerarse como la fuerza correspondiente a -45 °.

Por consiguiente, los puntos A1 a A4 mostrados en la Fig. 17 tienen las siguientes coordenadas.

A1 (135 °, d)

A2 (0 °, a)

A3 (45 °, b)

A4 (90 °, c)  
 C (22,5 °, e)  
 En este caso,  $r = 1/2$ .

Sustituyendo estos valores en las Fórmulas (11) a (14), se obtiene la Fórmula (21) a continuación.

5 
$$e = \{3 \times (a+b) - (c+d)\} / 4 \quad \dots(21)$$

Del mismo modo, se obtienen las Fórmulas (22) a (24) a continuación.

$$f = \{3 \times (b+c) - (d+a)\} / 4 \quad \dots(22)$$

$$g = \{3 \times (c+d) - (a+b)\} / 4 \quad \dots(23)$$

$$h = \{3 \times (d+a) - (b+c)\} / 4 \quad \dots(24)$$

10 En estas fórmulas, F representa la fuerza del componente del borde correspondiente a 67,5 °; g representa la fuerza del componente del borde correspondiente a 112,5 °; y h representa la fuerza del componente del borde correspondiente a 157,5 °.

15 Por consiguiente, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede estimar las fuerzas e a h de los componentes del borde en las otras direcciones que no pueden calcularse utilizando los filtros de Sobel, basándose en las fuerzas a a d de los componentes del borde calculadas utilizando los cuatro filtros de Sobel mostrados en la Fig. 15 y las Fórmulas (21) a (24) anteriores.

(c) Proceso de determinación de la dirección del borde

20 La unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula las fuerzas de los componentes del borde en las ocho direcciones utilizando los cuatro filtros Sobel básicos y los cuatro filtros de Sobel expandidos (primer método). Alternativamente, la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula las fuerzas de los componentes del borde en las direcciones respectivas utilizando los cuatro filtros de Sobel de las Fig. 15A a 15D, además de estimar las fuerzas de los componentes del borde en las otras direcciones (segundo método). La unidad 20 de procesamiento de imágenes hace una comparación entre las fuerzas calculadas o estimadas de los múltiples componentes del borde y determina una dirección que tiene la mayor fuerza (que tiene el menor de los valores absolutos de los valores calculados), como la dirección del componente del borde en el área 100 específica. La unidad 20 de procesamiento de imágenes lee entonces un filtro de suavizado con preservación de bordes correspondiente a la dirección determinada (véase las Fig. 12 y 13) y filtra el área 100 específica utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes leído para suavizar el píxel del píxel objetivo.

30 Sin embargo, por ejemplo, si el área 100 específica es una imagen que incluye una textura de puntos, una línea fina de ancho de puntos, o similar, es difícil de calcular las fuerzas de los componentes del borde utilizando los filtros de Sobel y determinar la dirección del componente del borde basándose en las fuerzas calculadas. La Fig. 18 es una gráfica que muestra un ejemplo de la correspondencia entre la fuerza (valor absoluto) calculada por el filtro de Sobel y el ángulo. En la gráfica mostrado en la Fig. 18, el eje lateral representa el ángulo [°] y el eje longitudinal representa el valor absoluto de la fuerza del componente del borde calculada por el filtro de Sobel. Un ejemplo mostrado en la Fig. 18 muestra el resultado de una operación realizada en una imagen que incluye una textura de puntos, una línea fina de ancho de puntos o similar, utilizando un filtro de Sobel.

40 Como se muestra en la Fig. 18, si el área 100 específica es una imagen que incluye una textura de puntos, una línea fina de ancho de puntos, o similares, la fuerza del componente del borde calculada utilizando el filtro de Sobel varía con el ángulo en menor medida. Por esta razón, la unidad 20 de procesamiento de imágenes selecciona el mayor y el menor de los valores absolutos de las fuerzas calculadas de los componentes del borde y los valores absolutos de las fuerzas de los componentes del borde estimadas a partir de estos valores absolutos y calcula la diferencia entre ellos. Si la diferencia calculada no excede un umbral, la unidad 20 de procesamiento de imágenes considera el área 100 específica como una imagen que no tiene dirección y suaviza el área 100 específica utilizando el filtro de suavizado isotrópico mostrado en la Fig. 14.

45 La Fig. 19 es un diagrama de flujo que muestra los pasos del proceso de suavizado con preservación de bordes realizado en el paso S7 de la Fig. 3. En el proceso de suavizado con preservación de bordes, primero, la unidad 20 de procesamiento de imágenes lee los múltiples filtros de Sobel previamente almacenados en memoria o similar (paso S51). La unidad 20 de procesamiento de imágenes filtra entonces el área 100 específica utilizando los filtros de Sobel para calcular las fuerzas de los componentes del borde en las direcciones respectivas (paso S52).

5 La unidad 20 de procesamiento de imágenes estima entonces las fuerzas de los componentes del borde en las otras direcciones basándose en las fuerzas calculadas de los múltiples componentes del borde (paso S53). La unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula entonces la diferencia entre el mayor y el menor de los valores absolutos de las fuerzas calculadas en el paso S52 y los valores absolutos de las fuerzas estimadas en el paso S53 (paso S54). Luego determina si la diferencia calculada excede el umbral (paso S55).

10 Si la diferencia excede el umbral (S55: Sí), la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina la mayor (el menor valor absoluto) de las fuerzas calculadas en el paso S52 y las fuerzas estimadas en el paso S53 para determinar la dirección del componente del borde en el área 100 específica (paso S56). La unidad 20 de procesamiento de imágenes lee entonces un filtro de suavizado con preservación de bordes correspondiente a la dirección determinada del componente del borde (paso S57).

Si la diferencia no excede el umbral (S55: NO), la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que el componente del borde en el área 100 específica no tiene dirección y lee un filtro de suavizado isotrópico en lugar de un filtro de suavizado con preservación de bordes (paso S58).

15 La unidad 20 de procesamiento de imágenes filtra entonces la zona 100 específica utilizando el filtro de suavizado leído en el paso S57 o S58 para suavizar el píxel objetivo (paso S59), finalizando el proceso.

<4. Determinación de aplicación>

20 Como se ha descrito anteriormente, si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina en el proceso de determinación de suavizado que no se debe realizar un proceso de suavizado, realiza un proceso de suavizado utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes. Normalmente, un filtro de suavizado con preservación de bordes se utiliza para filtrar un área que incluye un componente de alta frecuencia en cierta medida. Sin embargo, por ejemplo, si una imagen que incluye un borde claro, un patrón o similar, se filtra utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes, la calidad de la imagen puede degradarse. Por esta razón, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina si aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes, basándose en uno o más criterios. A continuación, se describirán tres criterios de determinación de ejemplo.

(1) Determinación de la cantidad de borde

30 Por ejemplo, la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula la cantidad (fuerza) del componente del borde en el área 100 específica y, si la cantidad calculada del borde es más pequeña que un umbral, determina que se debe aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes. En consecuencia, si la cantidad del borde es mayor que el umbral, no se realiza el suavizado. Por lo tanto, se evita la degradación de la calidad de la imagen debido al suavizado de una imagen que incluye un borde claro, un patrón o similar. La cantidad del borde en el área 100 específica se puede calcular utilizando, por ejemplo, un filtro laplaciano.

35 La Fig. 20 es un diagrama esquemático que muestra la determinación de la cantidad de borde utilizando un filtro laplaciano. La unidad 20 de procesamiento de imágenes realiza un proceso de determinación de la cantidad de borde utilizando un filtro 121 Laplaciano previamente almacenado. En un ejemplo mostrado en la Fig. 20, el filtro 121 Laplaciano es una matriz de 3 x 3, el valor central se establece en 8 y los valores adyacentes al mismo se establecen en -1.

40 La unidad 20 de procesamiento de imágenes extrae subáreas 100a a 100i de 3 x 3 del área 100 específica, que es una matriz de 5 x 5. Las subáreas 100a a 100i de 3 x 3 pueden extraerse de la matriz de 5 x 5 de nueve maneras. La unidad 20 de procesamiento de imágenes filtra entonces las subáreas 100a a 100i extraídas utilizando el filtro 121 Laplaciano, calculando así nueve valores A a I como los resultados del proceso. La unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula entonces la suma de los valores absolutos de los valores A a I como un valor S de evaluación (es decir,  $S = |A| + |B| + \dots + |I|$ ).

45 El valor S de evaluación calculado representa la cantidad de componente del borde en el área 100 específica. La unidad 20 de procesamiento de imágenes determina entonces si el valor S de evaluación excede un umbral. Si el valor S de evaluación no excede el umbral, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que se debe aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes. Por el contrario, si el valor S de evaluación excede el umbral, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que no se debe aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes.

## (2) Determinación de textura

Cuando se suaviza una imagen de textura fina basada en píxeles o similar, la textura puede colapsar, dando como resultado una degradación de la calidad de la imagen. Por esta razón, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede configurarse de la siguiente manera: determina si la imagen es una imagen de textura, basándose en las características de cambio del valor del píxel o similares del área 100 específica; si la imagen no es una imagen de textura, determina que se debe aplicar el resultado del proceso de suavizado; y si la imagen es una imagen de textura, determina que no se debe aplicar el resultado del proceso de suavizado.

Por ejemplo, la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula la frecuencia de vibración de los píxeles (la frecuencia de aumento/disminución de los valores de los píxeles) en el área 100 específica y determina si aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes, basándose en la frecuencia de vibración. Las Fig. 21 y 22 incluyen diagramas esquemáticos que muestran una determinación de aplicación en base a la frecuencia de vibración. Como se muestra en las Fig. 21A a 22D, la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula las frecuencias de vibración con respecto a cuatro direcciones en el área 100 específica, es decir, la dirección horizontal, la dirección vertical, la dirección diagonal de 45 ° y la dirección diagonal de 135 °.

Como se muestra en la Fig. 21A, la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula las diferencias entre los valores de los píxeles adyacentes horizontalmente en el área 100 específica de 5 × 5 y genera una matriz de 4 × 5 que consiste en las diferencias calculadas. En este momento, la unidad 20 de procesamiento de imágenes establece en 0 los valores matriciales correspondientes a las diferencias menores o iguales que un umbral.

La unidad 20 de procesamiento de imágenes verifica entonces los signos (positivos, negativos o 0) de los valores adyacentes horizontalmente en la matriz de 4 × 5 y asigna puntos a los conjuntos de valores adyacentes. Específicamente, si un conjunto de valores adyacentes tiene signos diferentes o si un valor de un conjunto de valores adyacentes es 0 y el otro valor no es 0, la unidad 20 de procesamiento de imágenes asigna un punto a este conjunto. La unidad 20 de procesamiento de imágenes asigna puntos a todos los conjuntos de los valores adyacentes horizontalmente en la matriz de 4 × 5 de esta manera, es decir, asigna puntos a 3 × 5 = 15 conjuntos de valores adyacentes horizontalmente. La unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula entonces la suma de los puntos asignados a los 15 conjuntos y define el triple de la suma como la frecuencia A de vibración horizontal. La razón por la que la suma se triplica y el valor resultante se define como la frecuencia A de vibración, es que el número de conjuntos a los que se asignan puntos en las operaciones con respecto a las direcciones diagonales de 45 ° y de 135 ° (que se analizarán más adelante) es tan pequeño como nueve y, por lo tanto, la suma se pondera en base al número de conjuntos para normalizar la frecuencia de vibración.

Del mismo modo, como se muestra en la Fig. 21B, la unidad 20 de procesamiento de imágenes genera una matriz de 5 × 4 que consiste en las diferencias entre los valores de los píxeles adyacentes verticalmente en el área 100 específica (establece en 0 los valores de la matriz correspondiente a las diferencias menores o iguales que un umbral). La unidad 20 de procesamiento de imágenes asigna puntos a 5 × 3 = 15 conjuntos de los valores adyacentes verticalmente en la matriz de 5 × 4 en base a los signos de los valores adyacentes verticalmente. La unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula entonces la suma de los puntos asignados a los 15 conjuntos y define el triple de la suma como la frecuencia B de vibración vertical.

Como se muestra en la Fig. 22C, la unidad 20 de procesamiento de imágenes genera una matriz de 4 × 4 que consiste en las diferencias entre los valores de los píxeles adyacentes en la dirección diagonal de 45° en el área 100 específica (establece en 0 los valores de la matriz correspondientes a las diferencias menores o iguales que un umbral). La unidad 20 de procesamiento de imágenes asigna puntos a 3 × 3 = 9 conjuntos de los valores adyacentes en la dirección diagonal de 45 ° en la matriz de 4 × 4 basándose en los signos de los valores adyacentes. La unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula entonces la suma de los puntos asignados a los 9 conjuntos y define el quíntuplo de la suma como la frecuencia C de vibración diagonal de 45 °.

Como se muestra en la Fig. 22D, la unidad 20 de procesamiento de imágenes genera una matriz de 4 × 4 que consiste en las diferencias entre los valores de los píxeles adyacentes en la dirección diagonal de 135 ° en el área 100 específica (establece en 0 los valores de la matriz correspondientes a las diferencias menores o iguales que un umbral). La unidad 20 de procesamiento de imágenes asigna puntos a los 3 × 3 = 9 conjuntos de los valores adyacentes en la dirección diagonal de 135 ° en la matriz de 4 × 4 basándose en los signos de los valores adyacentes. La unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula entonces la suma de los puntos asignados a los 9 conjuntos y define el quíntuplo de la suma como la frecuencia C de vibración diagonal de 135 °.

La unidad 20 de procesamiento de imágenes selecciona la más baja de las cuatro frecuencias A a D de vibración calculadas y determina si la frecuencia más baja excede un umbral. Si la más baja de las frecuencias A a D de vibración no excede el umbral, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que se debe aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes. Por el contrario, si la

más baja de las frecuencias A a D de vibración excede el umbral, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que no se debe aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes.

(3) Determinación de la cantidad de variación del valor del píxel

5 Por ejemplo, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede configurarse para determinar si aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes, basándose en la cantidad de variación del valor del píxel objetivo en dicho suavizado. Específicamente, la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula la diferencia entre el valor que todavía se debe suavizar del píxel objetivo (es decir, el valor del píxel en la imagen de entrada) y el valor suavizado del píxel objetivo y, si esta diferencia no excede un umbral, determina que se debe aplicar el resultado de dicho suavizado; y si la diferencia excede el umbral, determina que no se debe aplicar el resultado de dicho suavizado. Por lo tanto, se puede evitar un cambio significativo en el valor del píxel objetivo debido a dicho proceso de suavizado.

15 La unidad 20 de procesamiento de imágenes determina si aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes, basándose en las determinaciones (1) a (3) anteriores. Específicamente, si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina en todas las determinaciones (1) a (3) anteriores que se debe aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes, aplica el resultado de dicho suavizado. Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina en cualquiera de las determinaciones (1) a (3) de criterio anteriores que no se debe aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes, no aplica el resultado de dicho suavizado. Alternativamente, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede configurarse para realizar no todas, sino que una o dos de las tres determinaciones (1) a (3) anteriores. La unidad 20 de procesamiento de imágenes también puede configurarse para hacer una determinación de aplicación basándose en una determinación diferente de las determinaciones (1) a (3) anteriores.

25 En la presente realización, como un ejemplo, la unidad 20 de procesamiento de imágenes está configurada para realizar un proceso de suavizado utilizando un filtro de suavizado con conservación de bordes y determinar posteriormente si aplicar el resultado de dicho suavizado, como se muestra en el diagrama de flujo de Fig. 3, se pueden utilizar otras configuraciones. En lugar de hacer una determinación en la que se hace referencia al resultado del proceso de suavizado, tal como la determinación (3), la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede configurarse para hacer primero una determinación de aplicación y realiza entonces un proceso de suavizado utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes basándose en la determinación de aplicación.

30 Las Fig. 23 y 24 son diagramas de flujo que muestran los pasos del proceso de determinación de aplicación realizado en el paso S8 de la Fig. 3. Primero, la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina la cantidad de borde. La unidad 20 de procesamiento de imágenes extrae entonces una de las subáreas 100a a 100i de  $3 \times 3$  del área 100 específica de  $5 \times 5$  (paso S71) y filtra la subárea extraída utilizando el filtro 121 laplaciano (paso S72). La unidad 20 de procesamiento de imágenes determina si ha completado la extracción de todas las subáreas 100a a 100i y el filtrado de las subáreas extraídas utilizando el filtro 121 Laplaciano (paso S73). Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes no ha realizado estos procesos en todas las subáreas 100a a 100i (S73: NO), la unidad 20 de procesamiento de imágenes regresa al paso S71 para extraer las subáreas 100a a 100i restantes y filtrar las subáreas extraídas utilizando el filtro 121 laplaciano.

40 Si la unidad 20 de procesamiento de imágenes ha completado la extracción y el filtrado de todas las subáreas 100a a 100i (S73: SÍ), calcula la suma de los valores absolutos de los múltiples valores calculados en los procesos de filtrado (paso S74) y define la suma como el valor S de evaluación. La unidad 20 de procesamiento de imágenes determina si el valor S de evaluación es menor que el umbral (paso S75). Si el valor S de evaluación es mayor o igual que el umbral (S75: NO), la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que no se debe aplicar el resultado del proceso de suavizado con preservación de bordes (paso S85), finalizando el proceso de determinación de aplicación.

45 Si el valor S de evaluación es menor que el umbral (S75: SÍ), la unidad 20 de procesamiento de imágenes hace una determinación de textura. La unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula entonces las diferencias entre los valores de los píxeles adyacentes en una dirección en el área 100 específica (paso S76). La unidad 20 de procesamiento de imágenes asigna entonces puntos a una matriz que consiste en las diferencias calculadas basándose en los signos de las diferencias adyacentes en la una dirección (paso S77). La unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula entonces la suma de los puntos asignados, así como multiplica la suma calculada por un factor predeterminado para la normalización (paso S78) y define el valor normalizado como la frecuencia de vibración con respecto a esta dirección. La unidad 20 de procesamiento de imágenes determina si los pasos S76 a S78 se han realizado con respecto a todas las direcciones (paso S79). Si no se determina así (S79: NO), la unidad 20 de procesamiento de imágenes vuelve al paso S76 para realizar estos pasos con respecto a las direcciones restantes.

Si los pasos S76 a S78 se han realizado con respecto a todas las direcciones (S79: Sí), la unidad 20 de procesamiento de imágenes selecciona la más baja de las frecuencias de vibración calculadas con respecto a las respectivas direcciones (paso S80) y determina si la frecuencia de vibración más baja es menor que el umbral (paso S81). Si la frecuencia de vibración más baja es mayor o igual que el umbral (S81: NO), la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que no se debe aplicar el resultado del suavizado con preservación de bordes (paso S85), finalizando el proceso de determinación de aplicación.

Por el contrario, si la frecuencia de vibración más baja es menor que el umbral (S81: Sí), la unidad 20 de procesamiento de imágenes hace la determinación de la cantidad de variación del valor del píxel. Específicamente, la unidad 20 de procesamiento de imágenes calcula la cantidad de variación (diferencia) del valor del píxel objetivo antes y después del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes (paso S82) y determina si la cantidad calculada de la variación es menor que un umbral (paso S83). Si se determina así (S83: Sí), la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que se debe aplicar el resultado del suavizado con preservación de bordes (paso S84), finalizando el proceso de determinación de aplicación. Por el contrario, si no se determina así (S83: NO), la unidad 20 de procesamiento de imágenes determina que no se debe aplicar el resultado del suavizado con preservación de bordes (paso S85), finalizando el proceso de determinación de aplicación.

Como se vio anteriormente, el dispositivo 1 de visualización de la presente realización extrae el área 100 específica que incluye el píxel objetivo de la imagen de entrada y determina si suavizar el píxel objetivo en el área 100 específica. Si se determina así, el dispositivo 1 de visualización filtra el píxel objetivo utilizando un filtro de suavizado para suavizarlo. Si no se determina así, el dispositivo 1 de visualización filtra el píxel objetivo utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes para suavizarlo. En este momento, el dispositivo 1 de visualización determina si aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes, basándose en los valores de los píxeles en el área 100 específica, el resultado de dicho suavizado y similares. Por lo tanto, el dispositivo 1 de visualización puede emitir, como el valor del píxel objetivo en la imagen de entrada, uno de los valores de los píxeles suavizados utilizando el filtro de suavizado, el valor del píxel suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes y el valor del píxel que todavía se debe suavizar. El dispositivo 1 de visualización puede generar y visualizar una imagen de salida en la que cada uno de los píxeles se ha suavizado de una manera adecuada para el píxel, realizando el proceso anterior con respecto a todos los píxeles en la imagen de entrada.

El dispositivo 1 de visualización también calcula los diferenciales entre los valores de los píxeles en el área 100 específica y determina si suavizar el píxel objetivo en el área 100 específica, basándose en los diferenciales calculados. Si se determina así, el dispositivo 1 de visualización determina la dirección y la posición del límite de ruido en el área 100 específica. Por lo tanto, el dispositivo 1 de visualización puede suavizar el píxel objetivo de una manera adecuada para la dirección y la posición del límite de ruido en el área 100 específica para eliminar o reducir con precisión el ruido en la imagen de entrada.

Si la dirección del límite de ruido en el área 100 específica no es cualquiera del patrón horizontal, del patrón vertical y de los otros patrones (es decir, si no hay un límite de ruido en el área 100 específica), el dispositivo 1 de visualización expande el tamaño del área 100 específica y hace entonces la determinación anterior. Repite este proceso hasta que detecta un límite de ruido en uno de los patrones anteriores o hasta que el área 100 específica tenga el tamaño predeterminado. Por lo tanto, el dispositivo 1 de visualización puede detectar con precisión los ruidos de bloque que tienen diversos tamaños y eliminarlos o reducirlos.

El dispositivo 1 de visualización también calcula los diferenciales de primer y de segundo orden entre los valores de los píxeles adyacentes en el área 100 específica para determinar si suavizar el píxel objetivo en el área 100 específica. En este momento, el dispositivo 1 de visualización compara los diferenciales de primer orden con el umbral para generar una matriz en la que los diferenciales de primer orden se binarizan y realiza entonces una operación OR en cada una de las filas o de las columnas en esta matriz. También compara los diferenciales de segundo orden con el umbral para generar una matriz en la que los diferenciales de segundo orden se binarizan y realiza entonces una operación OR en cada una de las filas o de las columnas en esta matriz. El dispositivo 1 de visualización realiza además una operación OR en el resultado OR con respecto a los diferenciales de primer orden y el resultado OR con respecto a los diferenciales de segundo orden y luego determina si realizar un proceso de suavizado basándose en el resultado de la operación. Por lo tanto, el dispositivo 1 de visualización puede determinar con precisión si suavizar el píxel objetivo en el área 100 específica.

El dispositivo 1 de visualización también realiza el cálculo de los diferenciales y las operaciones OR con respecto a las direcciones longitudinal y transversal del área 100 específica y determina si el límite de ruido se extiende longitudinal o transversalmente, basándose en los resultados OR con respecto a las respectivas direcciones. El dispositivo 1 de visualización también determina la posición del límite de ruido en el área 100 específica en base al patrón de matriz 0/1 de la matriz diferencial de segundo orden. Por lo tanto, el dispositivo 1 de visualización puede determinar fácilmente si el límite de ruido en el área 100 específica se extiende longitudinal o transversalmente

(vertical u horizontalmente), así como puede determinar fácilmente la posición del límite de ruido en el área 100 específica.

5 El dispositivo 1 de visualización también almacena los múltiples filtros de suavizado para eliminar o reducir el ruido, selecciona entre los filtros de suavizado basándose en la dirección y/o la posición determinadas del límite de ruido, y suaviza el valor del píxel objetivo en el área 100 específica utilizando el filtro de suavizado seleccionado. Por lo tanto, el dispositivo 1 de visualización puede suavizar el píxel objetivo de una manera adecuada para la dirección y la posición del límite de ruido en el área 100 específica.

10 El dispositivo 1 de visualización también calcula las fuerzas de los componentes del borde en las múltiples direcciones en el área 100 específica utilizando los múltiples filtros de Sobel y también estima las fuerzas de los componentes del borde en las otras direcciones en base a las fuerzas calculadas. El dispositivo 1 de visualización determina entonces la dirección de extensión del componente del borde en el área 100 específica en base a las fuerzas calculadas y estimadas de los componentes del borde y realiza un proceso de suavizado utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes correspondiente a la dirección determinada. Como se vio anteriormente, el dispositivo 1 de visualización puede estimar las fuerzas de los componentes del borde en las direcciones con respecto a las cuales no puede calcular las fuerzas utilizando los filtros de Sobel almacenados y, por lo tanto, puede determinar la dirección del componente del borde con respecto a más direcciones. Por lo tanto, el dispositivo 1 de visualización puede seleccionar un filtro de suavizado con preservación de bordes más adecuado para el componente del borde en el área 100 específica y puede realizar el suavizado con precisión.

20 Más específicamente, el dispositivo 1 de visualización calcula las fuerzas de los componentes del borde en al menos cuatro direcciones (0 °, 45 °, 90 ° y 135 °) utilizando los filtros de Sobel y estima las fuerzas de los componentes del borde en el otras direcciones (22,5 °, 67,5 °, 112,5 ° y 157,5 °) basándose en las cuatro fuerzas calculadas. En este caso, el dispositivo 1 de visualización, que almacena las Fórmulas (21) a (24) para estimar la fuerza del componente del borde mediante interpolación lineal, puede calcular las fuerzas estimadas en las otras direcciones sustituyendo las cuatro fuerzas calculadas utilizando los filtros de Sobel en estas fórmulas.

25 El dispositivo 1 de visualización puede almacenar cuatro filtros de Sobel básicos correspondientes a 0 °, 45 °, 90 ° y 135 °, así como cuatro filtro de Sobel expandidos correspondientes a 22,5 °, 67,5 °, 112,5 ° y 157,5 °, y luego calcular las fuerzas en las ocho direcciones utilizando los ocho filtros de Sobel. Los cuatro filtros de Sobel expandidos se pueden calcular previamente utilizando las Fórmulas (1) a (4) o las Fórmulas (5) a (8). Por lo tanto, el dispositivo 1 de visualización puede seleccionar un filtro de suavizado con preservación de bordes más adecuado para el componente del borde en el área 100 específica para realizar el suavizado con precisión.

30 El dispositivo 1 de visualización también selecciona la más alta y la más baja de las múltiples fuerzas de borde calculadas y estimadas, y luego determina si la diferencia entre las mismas excede el umbral. Si la diferencia no excede el umbral, el dispositivo 1 de visualización considera el área 100 específica como una imagen aproximadamente plana que no incluye componente del borde y suaviza el área 100 específica utilizando un filtro de suavizado isotrópico, que no es del tipo con preservación de bordes. Como se vio anteriormente, el dispositivo 1 de visualización puede suavizar correctamente la imagen que no incluye componentes del borde.

35 El dispositivo 1 de visualización también calcula la fuerza del componente del borde en el área 100 específica utilizando el filtro laplaciano y luego determina si la fuerza calculada excede el umbral. Si la fuerza calculada no excede el umbral, el dispositivo 1 de visualización no aplica el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes. Por lo tanto, por ejemplo, si la imagen de entrada incluye un borde claro, un patrón o similar, se puede evitar la degradación de la calidad de la imagen debido a un proceso de suavizado.

40 El dispositivo 1 de visualización también calcula la frecuencia de aumento/reducción, es decir, la frecuencia de vibración de los valores de los píxeles adyacentes en el área 100 específica y luego determina si la frecuencia de vibración calculada excede el umbral. Si la frecuencia de vibración calculada excede el umbral, el dispositivo 1 de visualización no aplica el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes. Por lo tanto, por ejemplo, si la imagen de entrada incluye una textura fina, tal como una textura basada en píxeles, se puede evitar la degradación de la calidad de la imagen debido a un proceso de suavizado, tal como la ambigüedad de la textura.

45 El dispositivo 1 de visualización también calcula la cantidad de variación del valor del píxel objetivo entre antes y después del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes y determina si la cantidad calculada de variación excede el umbral. Si la cantidad de variación excede el umbral, el dispositivo 1 de visualización no aplica el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes. Por lo tanto, cuando es difícil determinar si el píxel objetivo es textura o ruido, por ejemplo, cuando solo el píxel objetivo tiene un valor significativamente diferente al de los otros píxeles en el área 100 específica, el efecto del suavizado puede reducirse.

50

55

Mientras que, en la presente realización, el dispositivo 1 de visualización está configurado para, cuando determina que no se debe suavizar el píxel objetivo en el área 100 específica, suaviza el píxel objetivo utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes, se pueden utilizar otras configuraciones. Por ejemplo, el dispositivo 1 de visualización puede configurarse para no suavizar el píxel objetivo utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes. Si bien el dispositivo 1 de visualización está configurado para extraer un área de  $5 \times 5$  píxeles como el área 100 específica, se pueden utilizar otras configuraciones. Por ejemplo, puede extraer un área que tenga otro tamaño, tal como  $3 \times 3$  píxeles o  $7 \times 7$  píxeles, como el área 100 específica. Además, los filtros de suavizado mostrados en las Fig. 10 y 11 son solo ilustrativos. Los filtros de suavizado con preservación de bordes mostrados en las Fig. 12 y 13 son también solo ilustrativos. El filtro de suavizado isotrópico mostrado en la Fig. 14 es también solo ilustrativo. Los filtros de Sobel mostrados en la Fig. 15 y los filtros laplaciano mostrados en la Fig. 20 son también solo ilustrativos.

Mientras que el dispositivo 1 de visualización está configurado para calcular las fuerzas de los componentes del borde en las direcciones de  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  y  $135^\circ$  utilizando los filtros de Sobel y para calcular o estimar las fuerzas de los componentes del borde en las direcciones de  $22,5^\circ$ ,  $67,5^\circ$ ,  $112,5^\circ$  y  $157,5^\circ$ , estas direcciones (ángulos) son solo ilustrativas. El dispositivo 1 de visualización puede configurarse para utilizar el primer método, que incluye almacenar previamente ocho filtros de Sobel y calcular las fuerzas de los componentes del borde en las ocho direcciones o puede configurarse para utilizar el segundo método, que incluye almacenar previamente cuatro filtros de Sobel y estimar las fuerzas de los componentes del borde en las otras cuatro direcciones. El dispositivo 1 de visualización también puede configurarse para utilizar una combinación de los métodos primero y segundo. Como ejemplo, el dispositivo 1 de visualización puede configurarse para calcular las fuerzas de los componentes del borde en seis direcciones utilizando filtros de Sobel y para estimar las fuerzas de los componentes del borde en las dos direcciones restantes. Como otro ejemplo, el dispositivo 1 de visualización puede configurarse para calcular las fuerzas de los componentes del borde en ocho direcciones utilizando filtros de Sobel correspondientes a las ocho direcciones y para estimar las fuerzas de los componentes del borde en otras ocho direcciones, obteniendo así las fuerzas de los componentes del borde en las 16 direcciones.

Mientras que el dispositivo 1 de visualización está configurado para determinar si aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes basándose en los tres criterios: la determinación de la cantidad de borde, la determinación de la textura y la determinación de la cantidad de variación del valor del píxel, se pueden utilizar otras configuraciones. Por ejemplo, el dispositivo 1 de visualización puede hacer la determinación de aplicación basándose en una o dos de las tres determinaciones o puede hacer la determinación de aplicación en base a determinaciones diferentes a las tres determinaciones.

Mientras que el dispositivo 1 de visualización está configurado para realizar uno de los dos tipos de procesos de suavizado, es decir, el primer proceso de suavizado que utiliza un filtro de suavizado y el segundo proceso de suavizado que utiliza un filtro de suavizado con preservación de bordes en la imagen de entrada, se pueden utilizar otras configuraciones. Por ejemplo, el dispositivo 1 de visualización puede configurarse para realizar el primer proceso de suavizado y no realizar el segundo proceso de suavizado. Por ejemplo, cuando el dispositivo 1 de visualización determina en el paso S4 en el diagrama de flujo de la Fig. 3 que no se debe realizar el suavizado, puede emitir el valor del píxel objetivo en el paso S11.

El dispositivo 1 de visualización también puede configurarse para realizar el proceso de determinación de la dirección de límite del ruido (paso S24) y el proceso de determinación de la posición del límite de ruido (paso S29) en el área 100 específica extraída de la imagen de entrada y para realizar otros procesamientos de imágenes que no sean suavizado, basándose en la dirección y la posición determinadas.

El dispositivo 1 de visualización puede también configurarse para no realizar el primer proceso de suavizado y realizar el segundo proceso de suavizado. Por ejemplo, después de extraer el área 100 específica en el paso S2 del diagrama de flujo en la Fig. 3, el dispositivo 1 de visualización puede proceder al paso S7 para realizar un proceso de suavizado utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes. El dispositivo 1 de visualización también puede configurarse para no determinar si aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes. Por ejemplo, el dispositivo 1 de visualización siempre puede aplicar el resultado del proceso de suavizado utilizando el filtro de suavizado con preservación de bordes.

El dispositivo 1 de visualización también puede estar configurado para realizar el proceso de cálculo de la fuerza del borde (paso S52), el proceso de estimación de la fuerza del borde (paso S53) y similares en el área 100 específica extraída de la imagen de entrada, para realizar el proceso de determinación de la dirección del componente del borde (paso S56), basándose en los resultados de estos procesos, y para realizar procesamientos de imágenes distintos del suavizado basándose en la dirección determinada.

Si bien el dispositivo 1 de visualización se ha descrito como un ejemplo del dispositivo para eliminar o reducir el ruido en la imagen de entrada en la presente realización, se puede aplicar una configuración similar a cualquier otro de diversos tipos de dispositivo de procesamiento de imágenes. Por ejemplo, se puede aplicar una configuración

similar a dispositivos de visualización para visualizar imágenes relacionadas con una transmisión de televisión recibida por un sintonizador o similar en lugar de imágenes de entrada desde un PC. También se puede aplicar una configuración similar a los dispositivos de procesamiento de imágenes para imprimir imágenes de entrada, tales como impresoras y faxes.

## 5 Modificación

Además, se puede emplear una configuración en la que un PC realiza la descompresión, la eliminación de ruido anterior, y similares en una imagen y, a continuación ingresa la imagen con ruido eliminado o reducido a un dispositivo de visualización. En este caso, el procesamiento de imágenes anterior se puede realizar cuando se proporciona un programa informático, que tiene las funciones de procesamiento de imágenes anteriores, a la CPU de un PC y luego la CPU ejecuta el programa informático. El programa informático puede grabarse en un medio de grabación como un disco o tarjeta de memoria y luego proporcionarse a través de una red, tal como Internet.

La Fig. 25 es un diagrama de bloques que muestra la configuración de un PC 155 de una modificación. Un PC 155 de la modificación realiza el procesamiento de imágenes, tal como la descompresión y la eliminación o reducción de ruido, en una imagen de entrada comprimida utilizando un esquema, tal como JPEG o MPEG, y luego envía la imagen resultante a un dispositivo 151 de visualización. El dispositivo 151 de visualización visualiza la imagen de entrada desde el PC 155 en un panel de cristal líquido. El PC 155 incluye una CPU 156, una unidad 157 de operación, una unidad 158 de almacenamiento primario, una unidad 159 de almacenamiento secundario, una unidad 160 de inserción de medio de grabación, una unidad 161 de comunicación y una unidad 162 de emisión de imágenes.

Cuando la CPU 156 lee y ejecuta un programa 181 de procesamiento de imágenes almacenado en la unidad 159 de almacenamiento secundario, la unidad 17 de descompresión de imágenes anterior, la unidad 20 de procesamiento de imágenes y similares se implementan como bloques de funciones de software. La unidad 157 de operación es una unidad de entrada, tal como un teclado o ratón. Recibe una operación de usuario y notifica a la CPU 156 de la operación de usuario. La unidad 158 de almacenamiento primario incluye un dispositivo de memoria, tal como memoria de acceso aleatorio estático (SRAM), y almacena temporalmente diversos tipos de datos utilizados en el procesamiento realizado por la CPU 156. La unidad 159 de almacenamiento secundario incluye una unidad de almacenamiento, tal como un disco duro, y almacena diversos tipos de programas informáticos, tal como el programa 181 de procesamiento de imágenes, y diversos tipos de datos requeridos para ejecutar estos programas informáticos. La unidad 160 de inserción de medio de grabación es una unidad, tal como una unidad de disco o una ranura de tarjeta de memoria. Un medio 180 de grabación, tal como un disco versátil digital (DVD) o una tarjeta de memoria, se inserta en la unidad 160 de inserción de medio de grabación, de modo que se lea el programa informático, los datos y similares almacenados en el medio de grabación. La unidad 161 de comunicación se comunica con otros dispositivos a través de una red, tal como Internet, de forma inalámbrica o por cable. La unidad 162 de emisión de imágenes envía la imagen procesada por la CPU 156 al dispositivo 151 de visualización.

En el ejemplo mostrado en la Fig. 25, el programa 181 de procesamiento de imágenes está grabado en el medio 180 de grabación y luego se proporciona. Cuando el medio 180 de grabación se inserta en la unidad 160 de inserción de medio de grabación, la CPU 156 del PC 155 lee el programa 181 de procesamiento de imágenes y similares almacenados en el medio 180 de grabación y los almacena en la unidad 159 de almacenamiento secundario. La CPU 156 actúa como la unidad 17 de descompresión de imágenes, la unidad 20 de procesamiento de imágenes y similares, cuando ejecuta el programa 181 de procesamiento de imágenes leído. Por ejemplo, cuando la unidad 157 de operación recibe una instrucción para mostrar una imagen comprimida utilizando un esquema, tal como JPEG o MPEG, la CPU 156 lee esa imagen, por ejemplo, desde la unidad 159 de almacenamiento secundario y descomprime la imagen como la unidad 17 de descompresión de imágenes.

La CPU 156 luego elimina o reduce el ruido en la imagen descomprimida como la unidad 20 de procesamiento de imágenes. Específicamente, la unidad 20 de procesamiento de imágenes extrae un área 100 específica que incluye el píxel objetivo de la imagen descomprimida y determina si suavizar el píxel objetivo en el área 100 específica extraída. Si se determina así, la unidad 20 de procesamiento de imágenes suaviza el píxel objetivo utilizando un filtro de suavizado. Si no se determina así, la unidad 20 de procesamiento de imágenes suaviza el píxel objetivo utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes, y determina si aplicar el resultado de dicho suavizado. La unidad 20 de procesamiento de imágenes repite este proceso con respecto a todos los píxeles en la imagen para generar una imagen reemplazando el valor de cada uno de los píxeles con uno de un valor del píxel suavizado utilizando un filtro de suavizado, un valor del píxel suavizado utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes y el valor del píxel original, y luego emite esta imagen. Por lo tanto, la unidad 20 de procesamiento de imágenes puede generar una imagen de salida en la que se elimina o reduce el ruido gradual, tal como el ruido de bloque.

Descripción de los numerales

- 1 dispositivo de visualización (unidad de procesamiento de imágenes)
- 5 PC
- 5 11 unidad de control
- 12 unidad de operación
- 13 panel de cristal líquido
- 14 luz de fondo
- 15 unidad de accionamiento de luz
- 16 unidad de entrada de imágenes
- 10 17 unidad de descompresión de imágenes
- 18 unidad de accionamiento de panel
- 20 unidad de procesamiento de imágenes (medios de extracción del área específica, medios de determinación de suavizado, medios de determinación de la posición del límite de ruido, medios de determinación de la dirección de límite del ruido, medios de expansión del área específica, medios de binarización diferencial de primer orden, primeros medios de operación OR, medios de binarización diferencial de segundo orden, segundos medios de operación OR, terceros medios de operación OR, medios de almacenamiento del filtro de suavizado, medios de selección de filtro, medios de suavizado, primeros medios de suavizado, segundos medios de suavizado, medios de determinación de aplicación, medios de almacenamiento de filtro de Sobel, medios de cálculo de la fuerza del borde, medios de estimación de la fuerza del borde, medios de determinación de la dirección del borde, medios de almacenamiento del filtro de suavizado con conservación de bordes, medios de determinación de la diferencia de fuerza del borde, segundos medios de cálculo de la fuerza del borde, medios de determinación de la fuerza del borde, medios de cálculo de aumento/disminución de frecuencia, medios de determinación de aumento/disminución de frecuencia, medios de cálculo de diferencia de suavizado, medios de determinación de diferencia de suavizado)
- 15 21 unidad de extracción de región específica (medios de extracción del área específica)
- 25 22 unidad de determinación de suavizado (medios de determinación de suavizado)
- 23 primera unidad de suavizado (medios de suavizado, primeros medios de suavizado)
- 24 segunda unidad de suavizado (segundos medios de suavizado)
- 25 unidad de determinación de aplicación (medios de determinación de aplicación)
- 26 unidad de selección de valor del píxel
- 30 100 área específica
- 101 matriz diferencial de primer orden horizontal
- 102 columna OR de primer orden horizontal
- 103 matriz diferencial de segundo orden horizontal
- 103a matriz diferencial de segundo orden horizontal binarizada
- 35 104 columna OR diferencial de segundo orden horizontal
- 105 columna OR horizontal
- 106 valor OR superior horizontal
- 107 valor OR inferior horizontal
- 108 resultado de determinación horizontal
- 40 111 matriz diferencial de primer orden vertical
- 112 fila OR diferencial de primer orden vertical
- 113 matriz diferencial de segundo orden vertical
- 114 fila OR diferencial de segundo orden vertical
- 115 fila OR vertical
- 45 116 valor OR superior vertical
- 117 valor OR inferior vertical
- 118 resultado de determinación vertical
- 151 dispositivo de visualización
- 50 155 PC (dispositivo de procesamiento de imágenes)
- 156 CPU
- 157 unidad de operación
- 158 unidad de almacenamiento primario
- 159 unidad de almacenamiento secundario
- 160 unidad de inserción de medio de grabación
- 55 161 unidad de comunicación
- 162 unidad de emisión de imágenes
- 180 medio de grabación
- 181 programa de procesamiento de imágenes (programa informático)

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de procesamiento de imágenes para eliminar o reducir el ruido de bloque de una imagen de entrada que comprende una pluralidad de píxeles dispuestos en una matriz para generar una imagen de salida, el dispositivo (20) de procesamiento de imágenes que comprende:
- 5           medios (21) de extracción del área específica, configurados para extraer un área (100) específica que comprende un píxel objetivo de la imagen de entrada;
- medios de cálculo diferencial, configurados para calcular los diferenciales entre los valores de los píxeles de una imagen del área (100) específica extraídos por los medios (21) de extracción del área específica,
- 10           medios (22) de determinación de suavizado, configurados para determinar si realizar un primer proceso de suavizado en el píxel objetivo, basándose en los diferenciales calculados por los medios de cálculo diferencial;
- los primeros medios (23) de suavizado, configurados para, si los medios (22) de determinación de suavizado determinan que se debe realizar el primer proceso de suavizado en el píxel objetivo, realizar el primer proceso de suavizado utilizando un filtro de suavizado para suavizar el valor del píxel objetivo; y
- 15           segundos medios (24) de suavizado, configurados para, si los medios (22) de determinación de suavizado determinan que el primer proceso de suavizado no se debe realizar en el píxel objetivo, realizar un segundo proceso de suavizado utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes para suavizar el valor del píxel objetivo,
- medios (25) de determinación de aplicación, configurados para determinar si aplicar el resultado del proceso de suavizado realizado por los segundos medios (24) de suavizado, en base a al menos uno de la determinación de cantidad de borde, de la determinación de textura o de la determinación de la cantidad de
- 20           variación del valor del píxel,
- medios (26) de selección del valor del píxel, configurados para seleccionar un valor del píxel suavizado por los primeros medios (23) de suavizado o un valor del píxel suavizado por los segundos medios (24) de suavizado como un valor del píxel de cada uno de los píxeles de la imagen de entrada,
- en donde,
- 25           el dispositivo (20) de procesamiento de imágenes genera una imagen de salida al reemplazar un valor de cada uno de los píxeles en la imagen de entrada con el valor del píxel seleccionado por los medios (26) de determinación de aplicación, y,
- en donde,
- 30           el primer proceso de suavizado es un proceso de filtrado del área (100) específica, en donde el área específica incluye un bloque de componentes de baja frecuencia,
- el segundo proceso de suavizado es un proceso de suavizado del área (100) específica mientras se preserva un componente de alta frecuencia en el área específica.
2. El dispositivo de procesamiento de imágenes de la reivindicación 1, que comprende además:
- 35           medios de determinación de la dirección del límite, configurados para, basándose en los diferenciales calculados por los medios de cálculo diferencial, si los medios (22) de determinación de suavizado determinan que se debe realizar el primer proceso de suavizado en el píxel objetivo, determinar una dirección de extensión de un límite de un bloque del ruido de bloque en el área (100) específica; y
- medios de determinación de la posición del límite, configurados para, si los medios (22) de determinación de suavizado determinan que se debe realizar el primer proceso de suavizado en el píxel objetivo, determinar una
- 40           posición del límite del bloque del ruido de bloque en el área (100) específica.
3. El dispositivo de procesamiento de imágenes de la reivindicación 2, que comprende además medios de expansión del área específica configurados para, si la dirección determinada por los medios de determinación de la dirección del límite no es una dirección predeterminada, expandir el área (100) específica, en donde,
- 45           los medios de determinación de la dirección del límite vuelven a determinar la dirección en el área (100) específica expandida por los medios de expansión del área específica.
4. El dispositivo de procesamiento de imágenes de la reivindicación 3, en donde la expansión del área (100) específica por los medios de expansión del área específica y la determinación de la dirección por los medios de determinación de la dirección del límite, se repiten hasta que la dirección determinada por los medios de determinación de la dirección del límite sea la dirección predeterminada o hasta que un tamaño del área (100) específica sea un tamaño predeterminado.
- 50           5. El dispositivo de procesamiento de imágenes de una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, que comprende además:
- medios de almacenamiento de filtros de suavizado, configurados para almacenar una pluralidad de filtros de suavizado utilizados por los primeros medios (23) de suavizado; y
- 55           medios de selección de filtro, configurados para seleccionar un filtro de suavizado de los filtros de suavizado almacenados en los medios de almacenamiento de filtros de suavizado, basándose en la posición determinada por los medios de determinación de la posición del límite y la dirección determinada por los medios de determinación de la dirección del límite, en donde

los primeros medios (23) de suavizado suavizan el valor del píxel objetivo utilizando el filtro de suavizado seleccionado por los medios de selección de filtro.

5 6. El dispositivo de procesamiento de imágenes de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde los medios (25) de determinación de aplicación están configurados para determinar si aplicar el resultado del proceso de suavizado realizado por los segundos medios (24) de suavizado, basándose en uno de (a) una cantidad de un componente del borde en el área (100) específica, (b) si se trata de una imagen de textura fina basada en píxeles, o (c) una diferencia entre el valor que todavía se debe suavizar del píxel objetivo y el valor suavizado del píxel objetivo.

10 7. Un método de procesamiento de imágenes para eliminar o reducir el ruido de una imagen de entrada, que comprende una pluralidad de píxeles dispuestos en una matriz para generar una imagen de salida, el método comprende:

un paso de extracción del área específica para extraer un área (100) específica que comprende un píxel objetivo de la imagen de entrada;

15 un paso de cálculo diferencial configurado para calcular los diferenciales entre los valores de los píxeles en una imagen del área (100) específica extraída en el paso de extracción del área específica

un paso de determinación de suavizado para determinar si realizar un primer proceso de suavizado en el píxel objetivo, basándose en los diferenciales calculados en el paso de cálculo diferencial;

20 un primer paso de suavizado, si en el paso de determinación de suavizado se determina que se debe realizar el primer proceso de suavizado en el píxel objetivo, realizar el primer proceso de suavizado utilizando un filtro de suavizado para suavizar un valor del píxel objetivo;

un segundo paso de suavizado, si en el paso de determinación de suavizado se determina que no se debe realizar el primer proceso de suavizado en el píxel objetivo, realizar un segundo proceso de suavizado utilizando un filtro de suavizado con preservación de bordes para suavizar el valor del píxel objetivo;

25 un paso de determinación de aplicación, configurado para determinar si aplicar el resultado del proceso de suavizado realizado en el segundo paso de suavizado, en base a al menos uno de la determinación de cantidad de borde, de la determinación de textura o de la determinación de la cantidad de variación del valor del píxel,

un paso de selección del valor del píxel, configurado para seleccionar un valor del píxel suavizado en el primer paso de suavizado o un valor del píxel suavizado en el segundo paso de suavizado como un valor del píxel de cada uno de los píxeles de la imagen de entrada,

30 un paso de generación para generar una imagen de salida al reemplazar un valor de cada uno de los píxeles en la imagen de entrada con un valor del píxel seleccionado en el paso de selección del valor del píxel, y, en donde,

el primer proceso de suavizado es un proceso para filtrar el área (100) específica, en donde el área específica incluye un bloque de componentes de baja frecuencia,

35 el segundo proceso de suavizado es un proceso para suavizar el área (100) específica mientras se preserva un componente de alta frecuencia en el área específica.

8. El método de procesamiento de imágenes de la reivindicación 7, que comprende además:

40 un paso de determinación de la dirección del límite para, si en el paso de determinación de suavizado se determina que se debe realizar el primer proceso de suavizado en el píxel objetivo, determinar una dirección de extensión de un límite del ruido en el área (100) específica; y

un paso de determinación de la posición del límite para, si en el paso de determinación de suavizado se determina que se debe realizar el primer proceso de suavizado en el píxel objetivo, determinar una posición del límite de ruido en el área (100) específica.

9. El método de procesamiento de imágenes de la reivindicación 8, que comprende además un paso de expansión del área específica para, si la dirección determinada en el paso de determinación de la dirección del límite no es la dirección predeterminada, expandir el área (100) específica, en donde

45 el paso de determinación de la dirección del límite comprende volver a determinar la dirección en el área (100) específica expandida en el paso de expansión del área específica.

10. El método de procesamiento de imágenes de la reivindicación 9, en donde la expansión del área (100) específica en el paso de expansión del área específica y la determinación de la dirección en el paso de determinación de la dirección del límite se repiten hasta que la dirección determinada en el paso de determinación de la dirección del límite sea la dirección predeterminada o hasta que un tamaño de la extracción del área específica sea un tamaño predeterminado en el paso de expansión del área específica.

11. El método de procesamiento de imágenes de una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10,

55 en donde una pluralidad de filtros de suavizado utilizados en el primer paso de suavizado se almacenan previamente, el método comprende además:

un paso de selección de filtro para seleccionar un filtro de suavizado de los filtros de suavizado almacenados, basándose en la posición determinada en el paso de determinación de la posición del límite y la dirección determinada en el paso de determinación de la dirección del límite, en donde

el primer paso de suavizado comprende suavizar el valor del píxel objetivo utilizando el filtro de suavizado seleccionado en el paso de selección de filtro.

- 5 12. El método de procesamiento de imágenes de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, que comprende además un paso de cálculo diferencial para calcular diferenciales entre valores de los píxeles en una imagen del área (100) específica extraída en el paso de extracción del área específica, en donde el paso de determinación de suavizado comprende determinar si realizar el proceso de suavizado en el píxel objetivo, basándose en los diferenciales calculados en el paso de cálculo diferencial.

FIG. 1

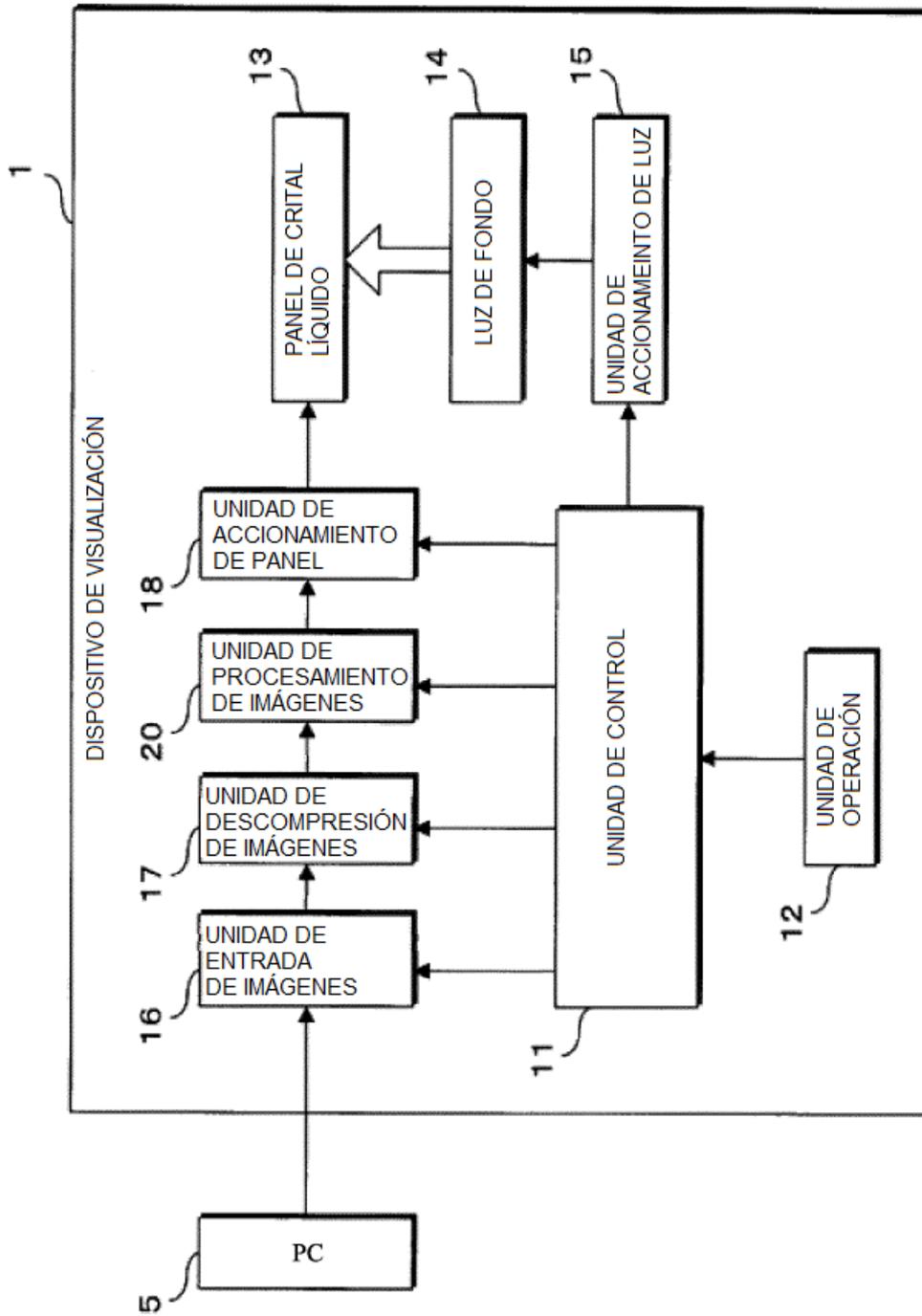


FIG. 2

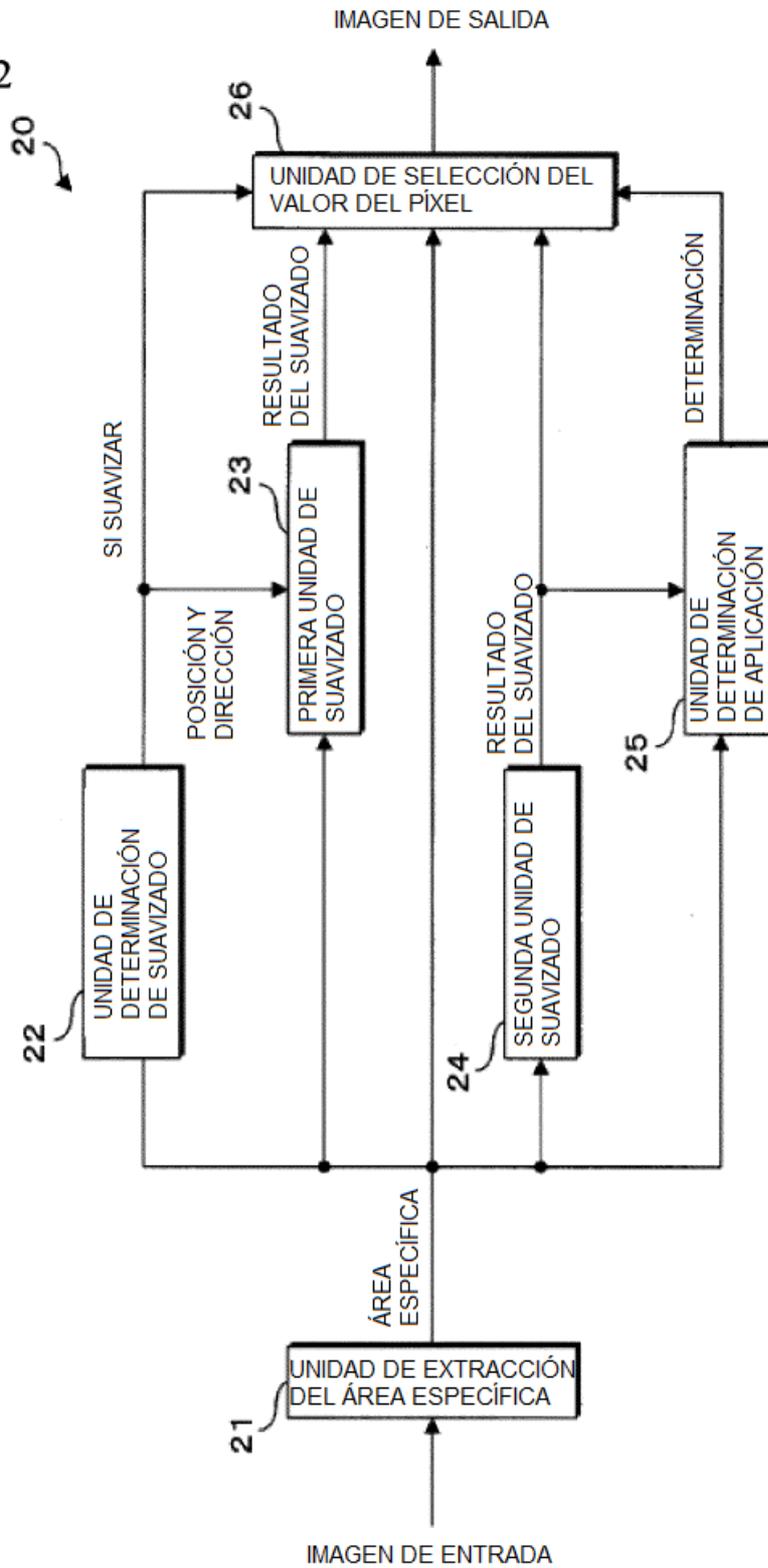


FIG. 3

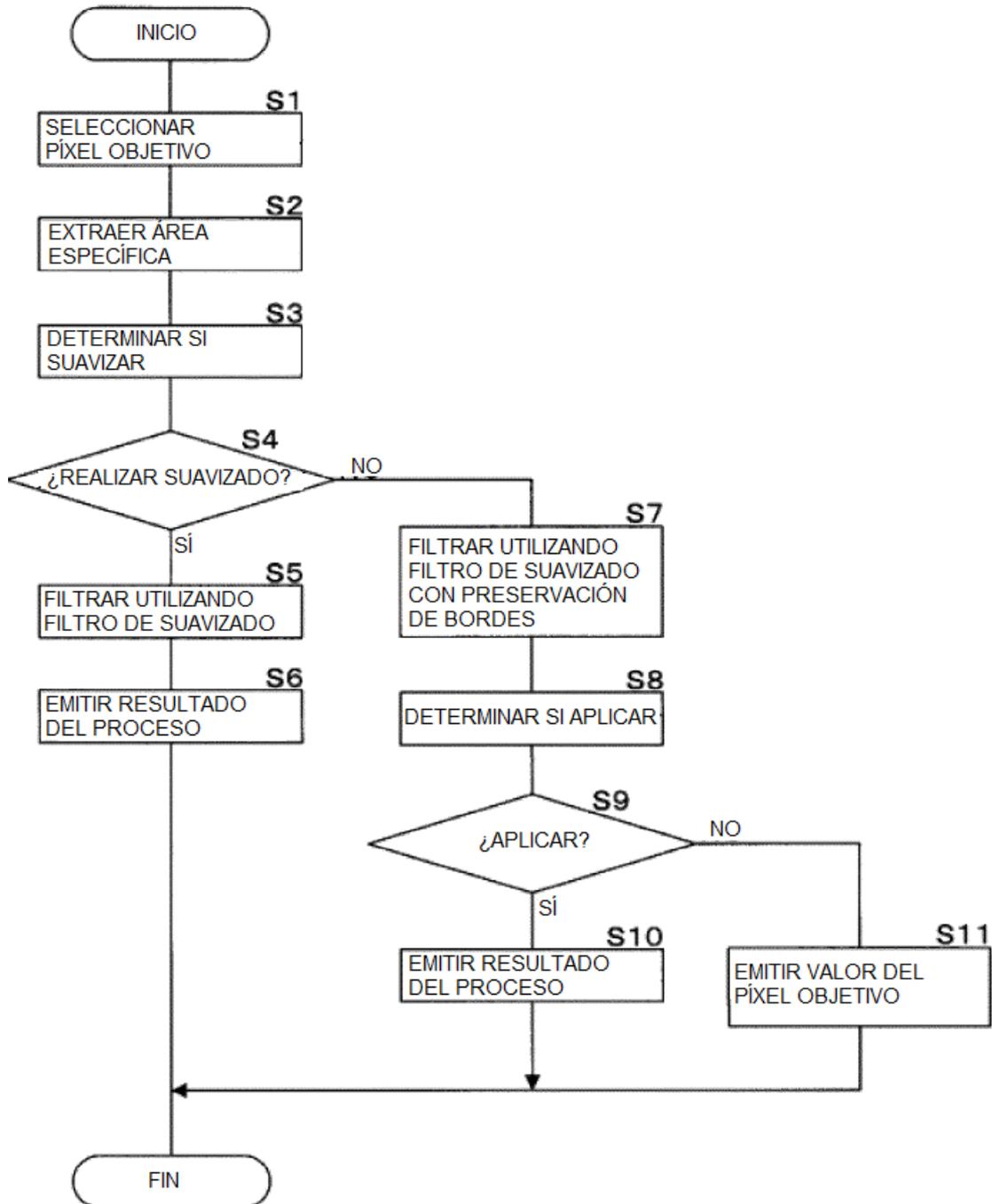


FIG. 4

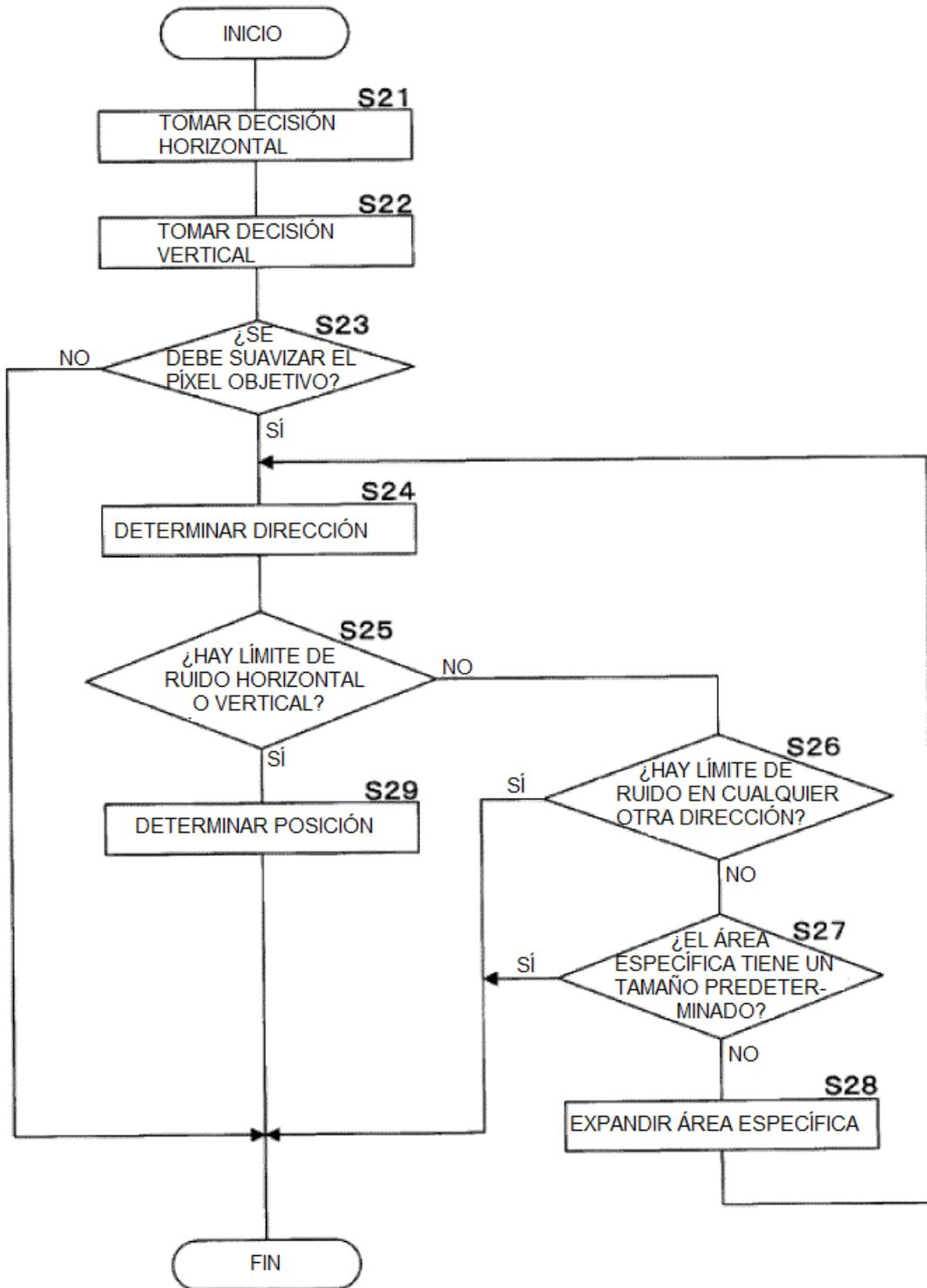


FIG. 5

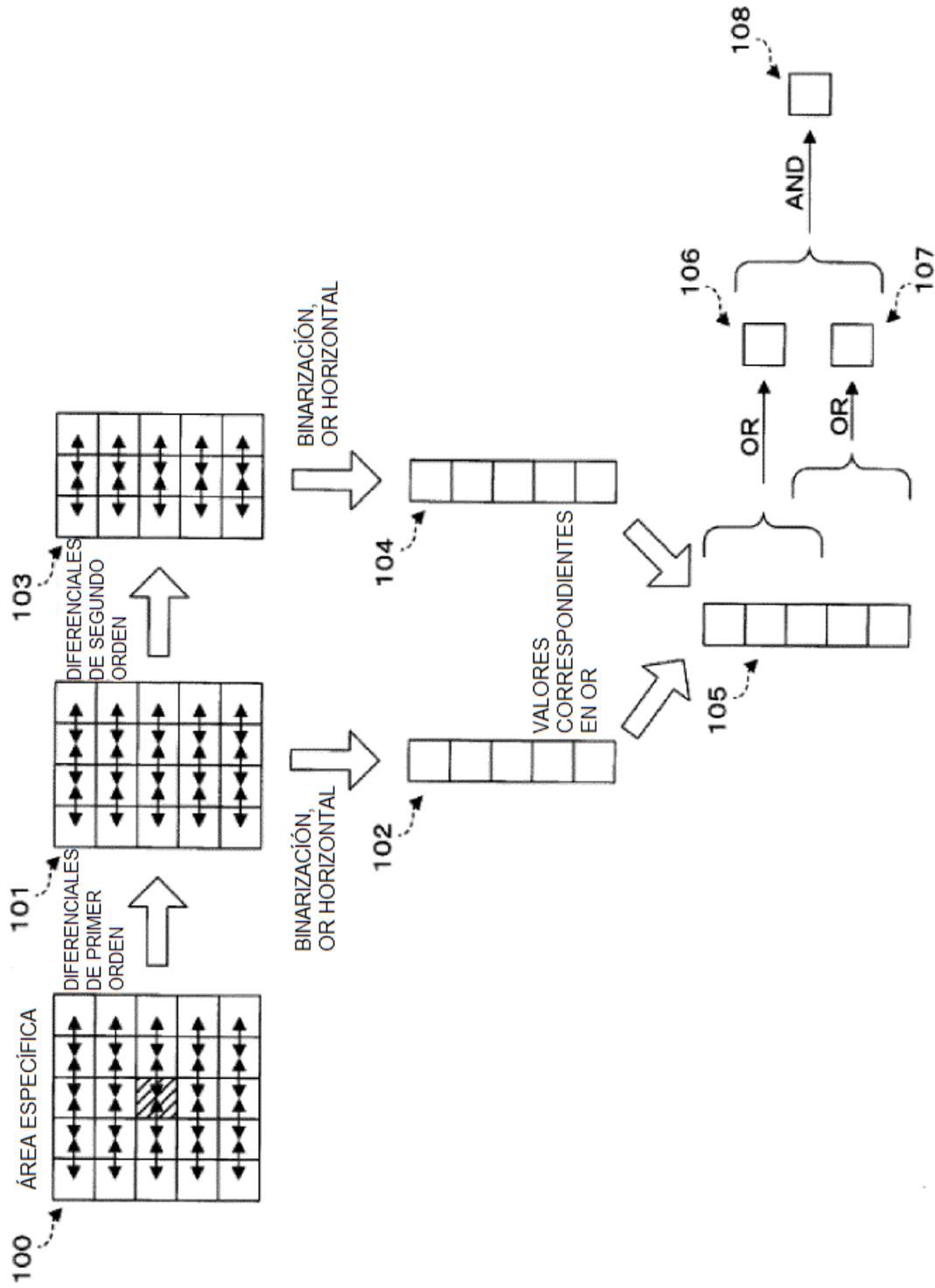


FIG. 6

<PROCESO DE DETERMINACIÓN HORIZONTAL>

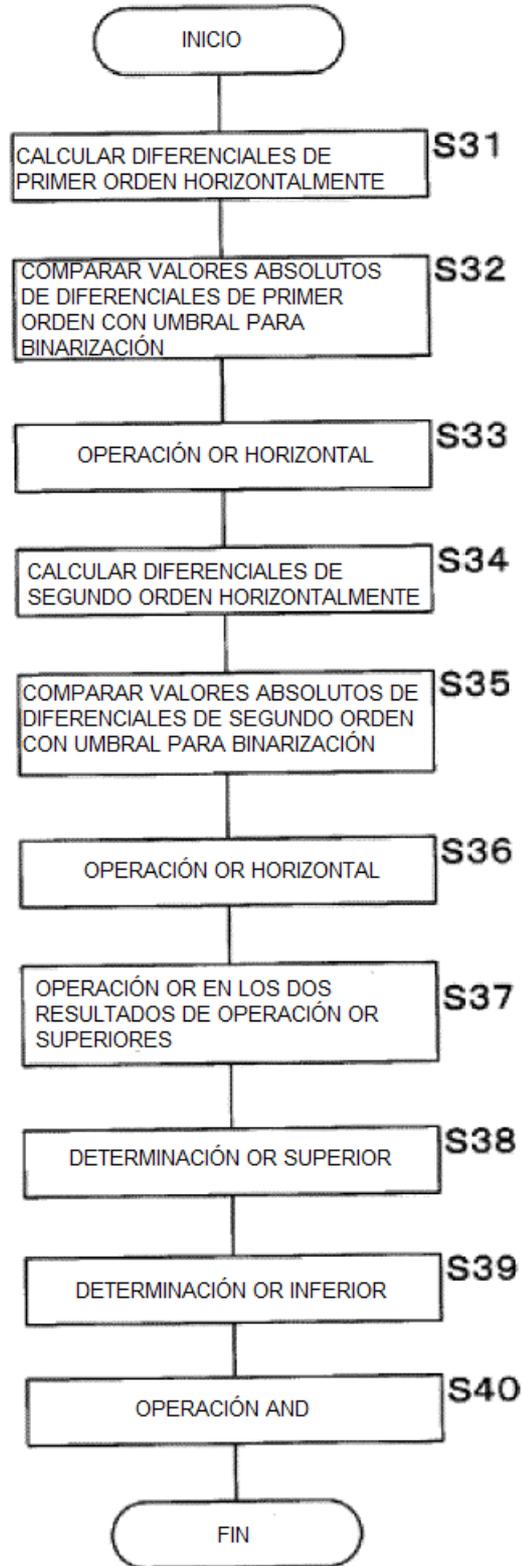


FIG. 7

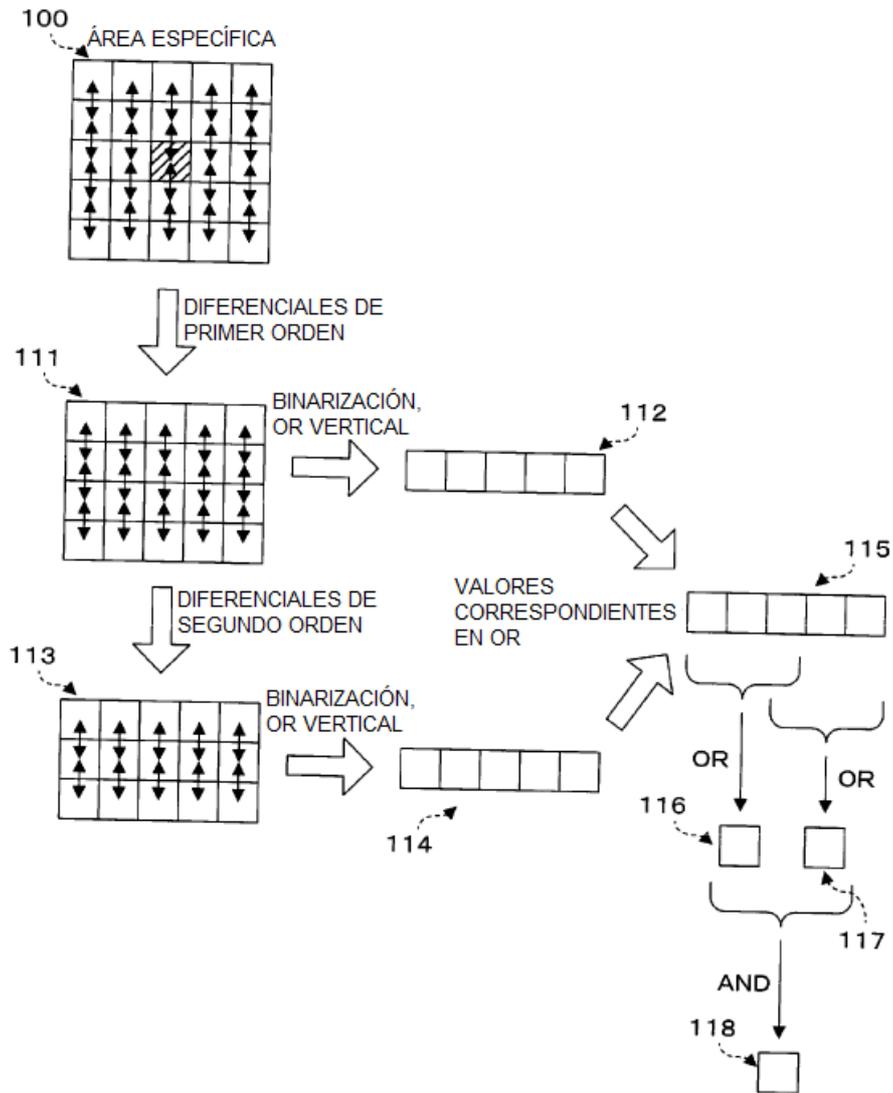


FIG. 8

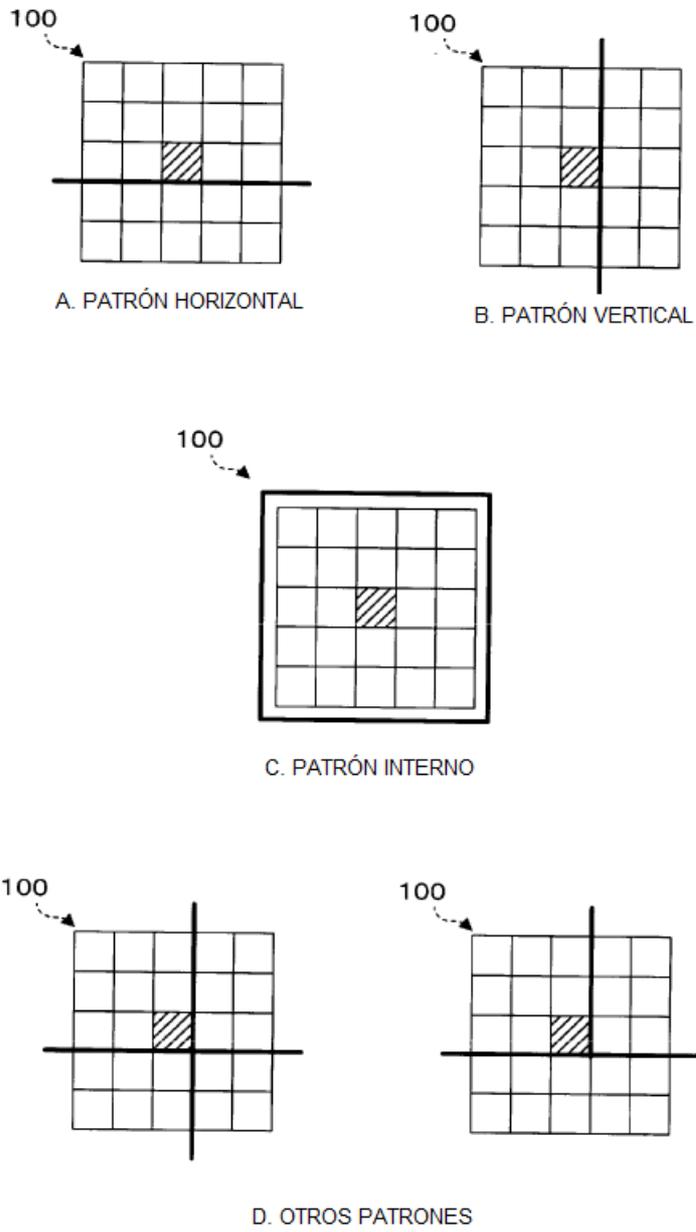


FIG. 9

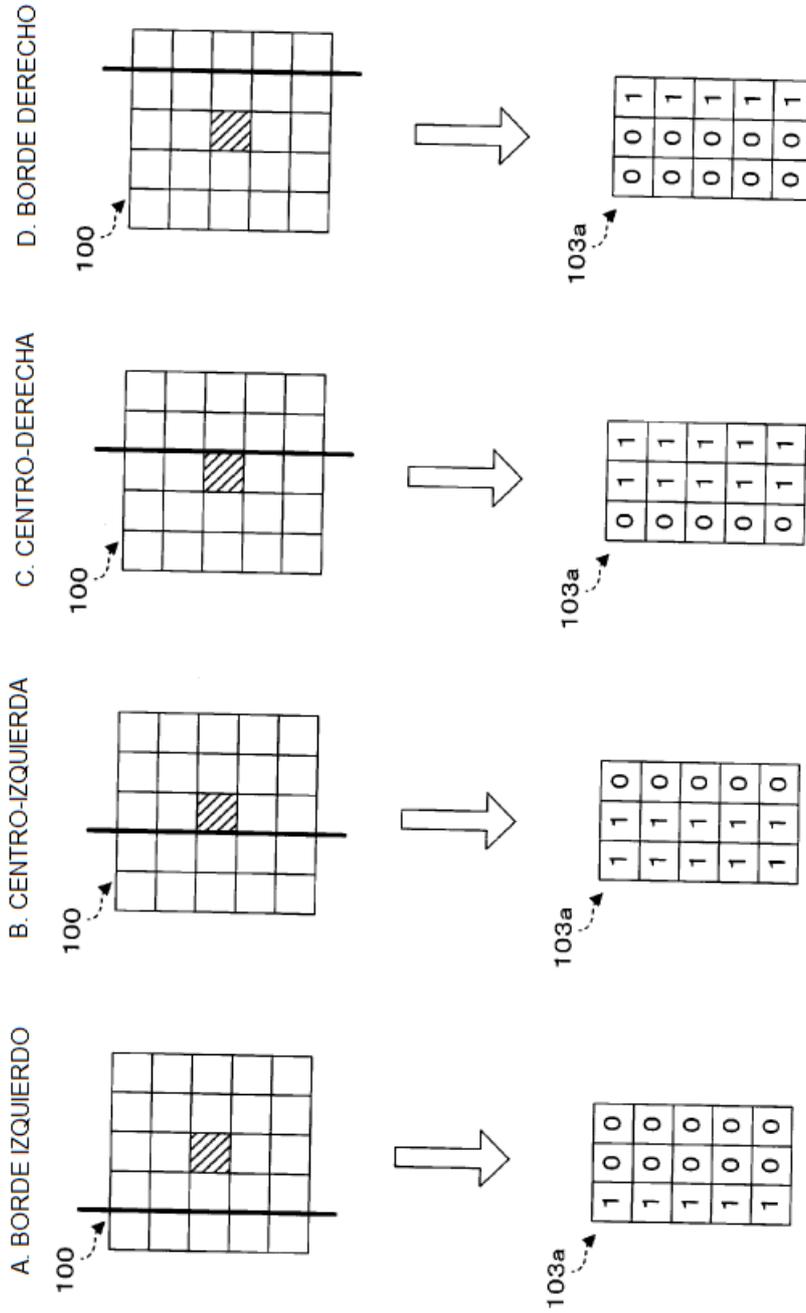


FIG. 10

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

5

A. FILTRO (1) DE SUAVIZADO CORRESPONDIENTE AL PATRÓN VERTICAL

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 2 | 3 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

5

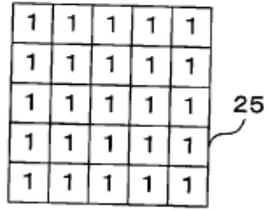
B. FILTRO (2) DE SUAVIZADO CORRESPONDIENTE AL PATRÓN VERTICAL

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

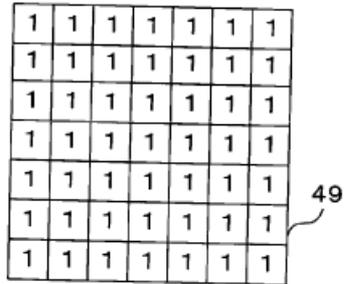
5

C. FILTRO DE SUAVIZADO CORRESPONDIENTE AL PATRÓN HORIZONTAL

FIG. 11



D. FILTRO DE SUAVIZADO CORRESPONDIENTE A OTRO PATRÓN



E. FILTRO DE SUAVIZADO CUANDO SE EXPANDE EL ÁREA ESPECÍFICA

FIG. 12

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 4 | 6 | 4 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

A. HORIZONTAL(0°)

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 0 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

B. DIAGONAL(45°)

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

C. VERTICAL(90°)

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

D. DIAGONAL(135°)

FIG. 13

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| 0 | 2 | 6 | 2 | 0 |
| 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

E. DIAGONAL(22.5°)

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 0 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| 0 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

F. DIAGONAL(67.5°)

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

G. DIAGONAL(112.5°)

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 2 | 6 | 2 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

H. DIAGONAL(157.5°)

FIG. 14

|   |    |    |    |   |
|---|----|----|----|---|
| 1 | 4  | 6  | 4  | 1 |
| 4 | 16 | 24 | 16 | 4 |
| 6 | 24 | 36 | 24 | 6 |
| 4 | 16 | 24 | 16 | 4 |
| 1 | 4  | 6  | 4  | 1 |

I. SIN DIRECCIÓN

FIG. 15

|    |   |   |
|----|---|---|
| -1 | 0 | 1 |
| -2 | 0 | 2 |
| -1 | 0 | 1 |

A. PARA DETERMINACIÓN HORIZONTAL (0 °)

|    |    |   |
|----|----|---|
| 0  | 1  | 2 |
| -1 | 0  | 1 |
| -2 | -1 | 0 |

B. PARA DETERMINACIÓN DIAGONAL (45 °)

|    |    |    |
|----|----|----|
| 1  | 2  | 1  |
| 0  | 0  | 0  |
| -1 | -2 | -1 |

C. PARA DETERMINACIÓN VERTICAL (90 °)

|   |    |    |
|---|----|----|
| 2 | 1  | 0  |
| 1 | 0  | -1 |
| 0 | -1 | -2 |

D. PARA DETERMINACIÓN DIAGONAL (135 °)

FIG. 16

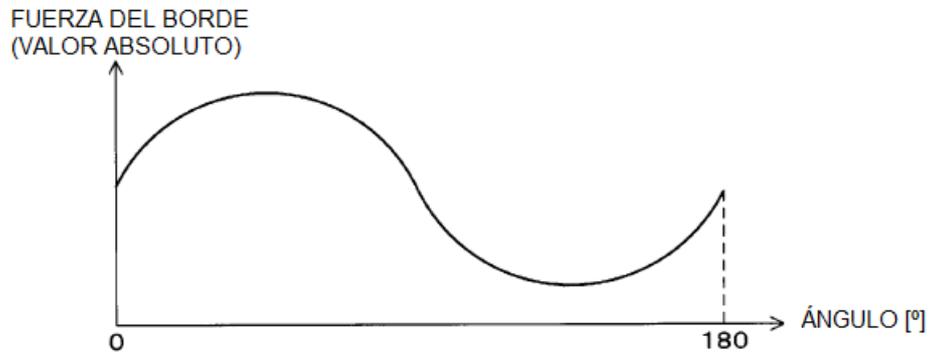


FIG. 17

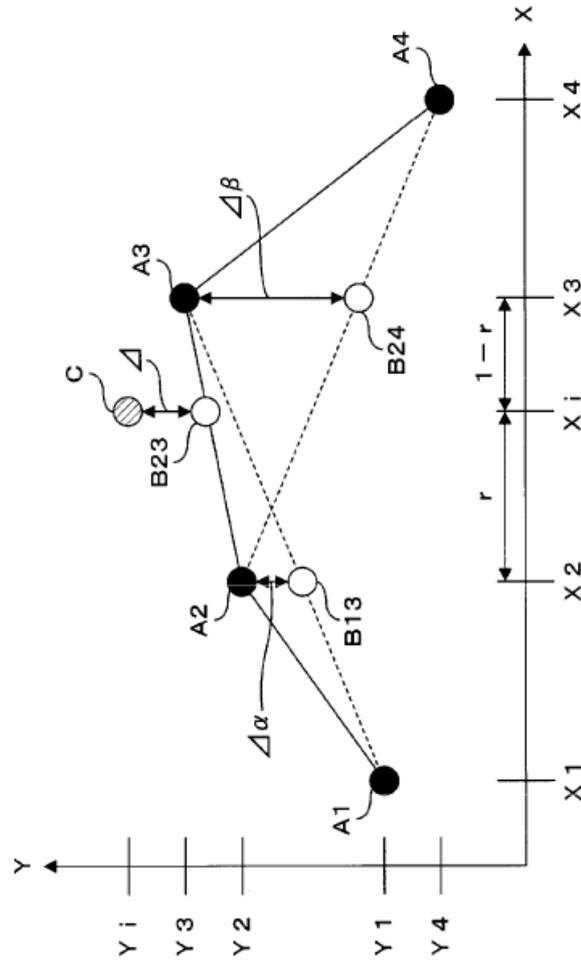


FIG. 18

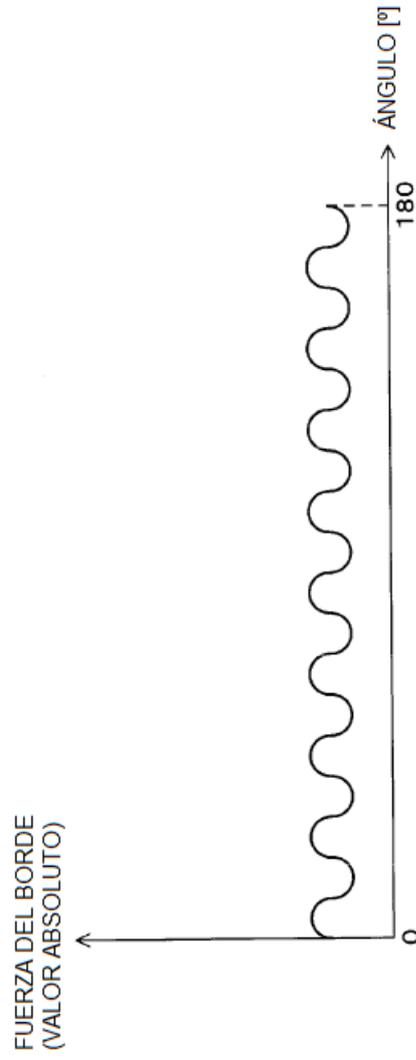


FIG. 19

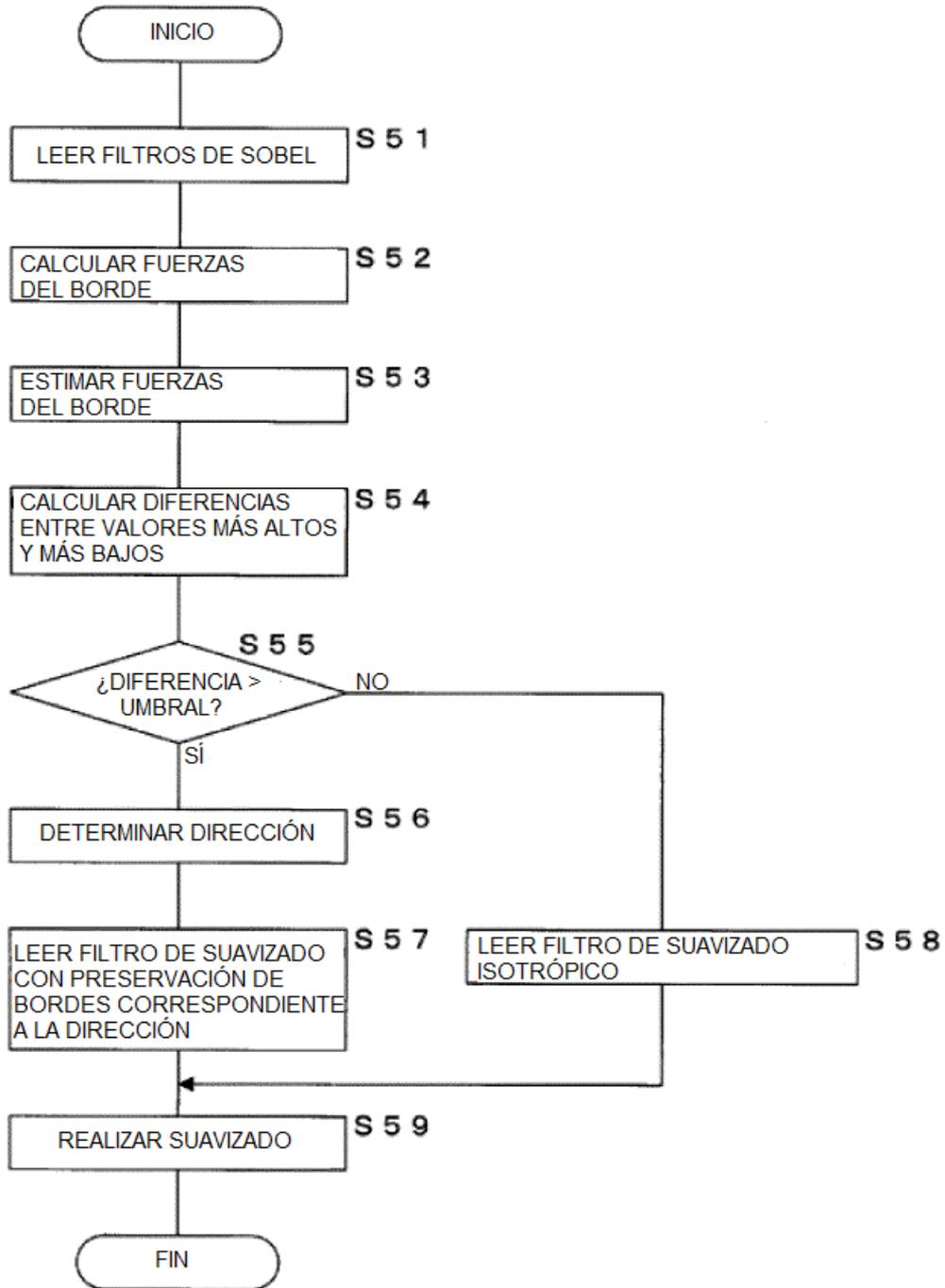


FIG. 20

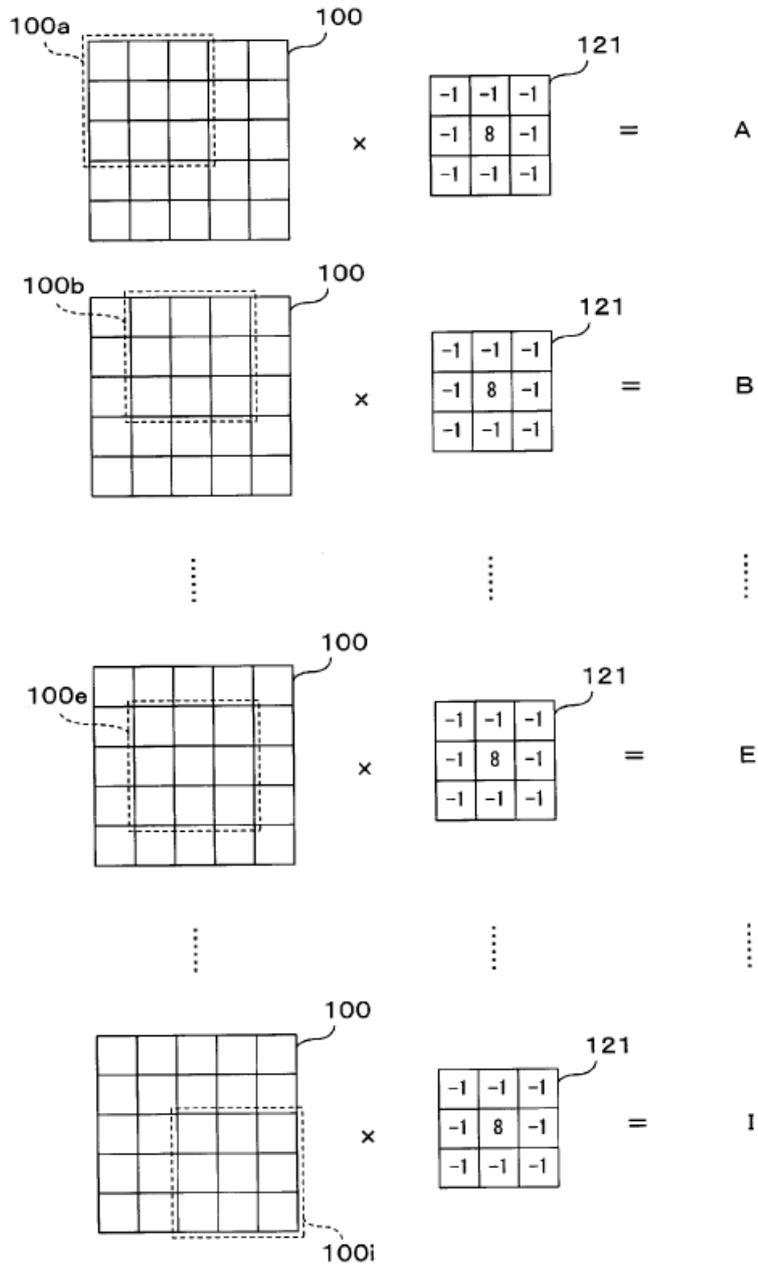
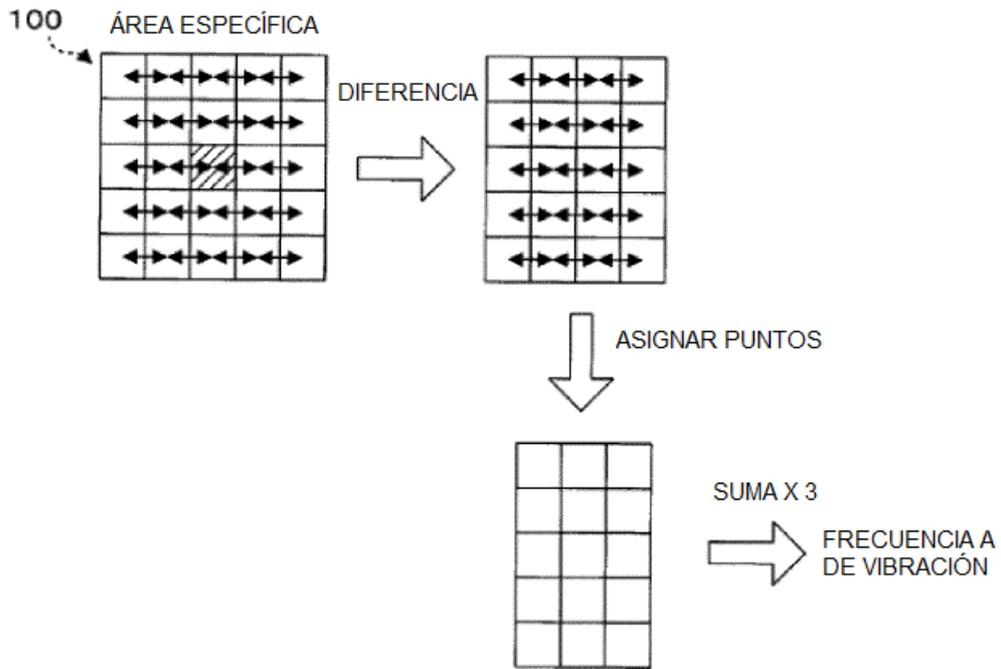


FIG. 21

A. FRECUENCIA DE VIBRACIÓN HORIZONTAL



B. FRECUENCIA DE VIBRACIÓN VERTICAL

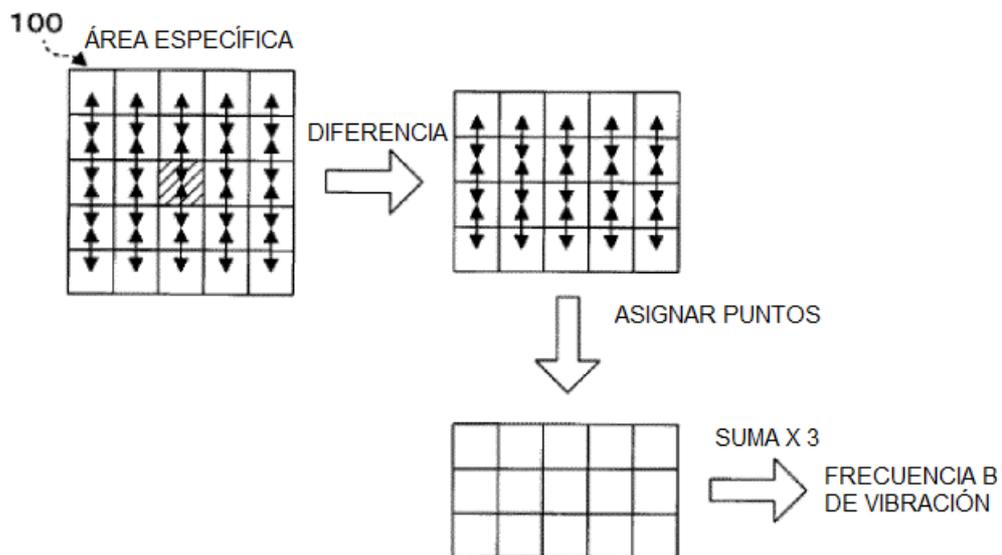
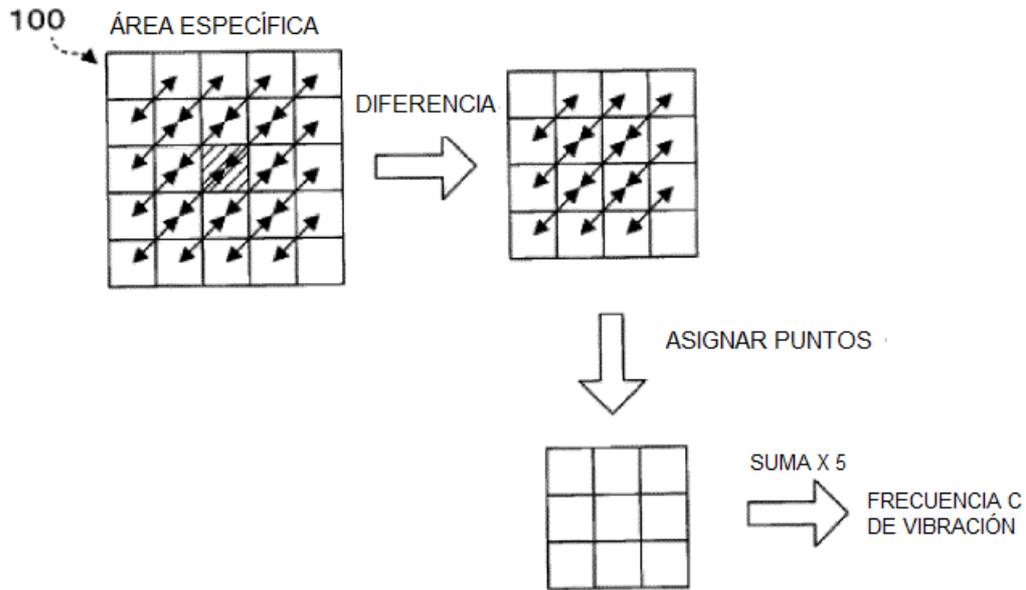


FIG. 22

C. FRECUENCIA DE VIBRACIÓN DIAGONAL DE 45 °



D. FRECUENCIA DE VIBRACIÓN DIAGONAL DE 135 °

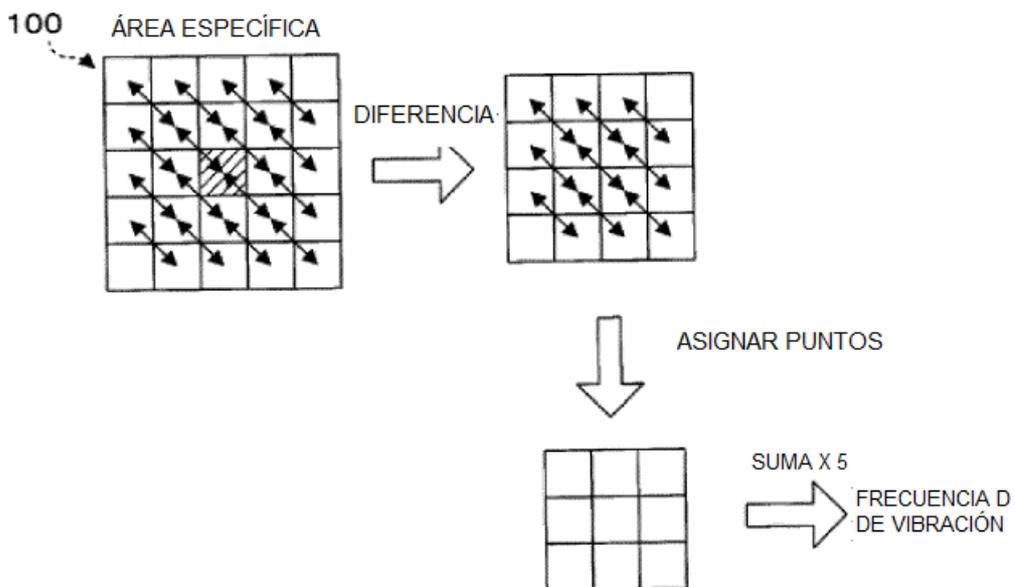


FIG. 23

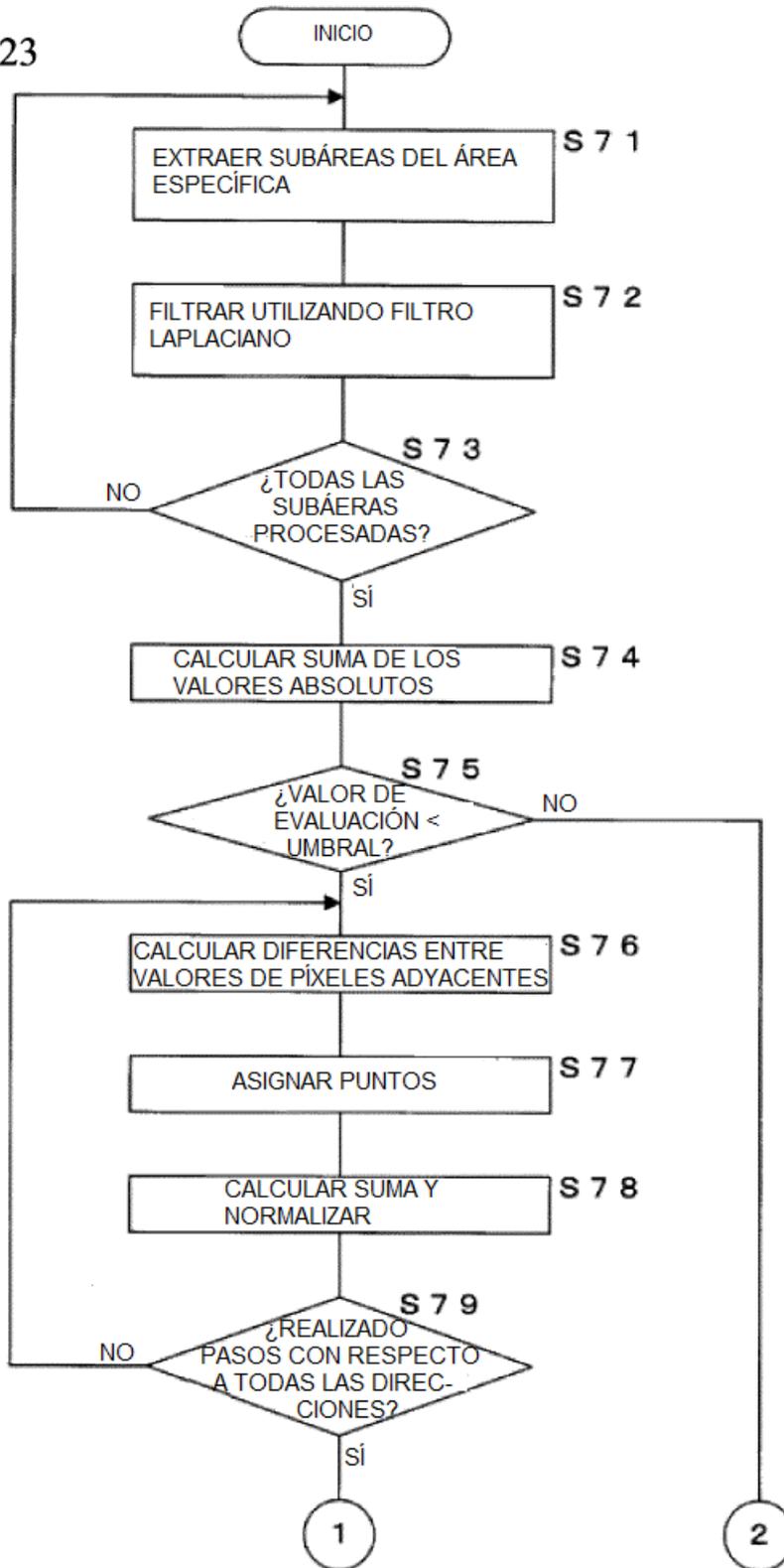


FIG. 24

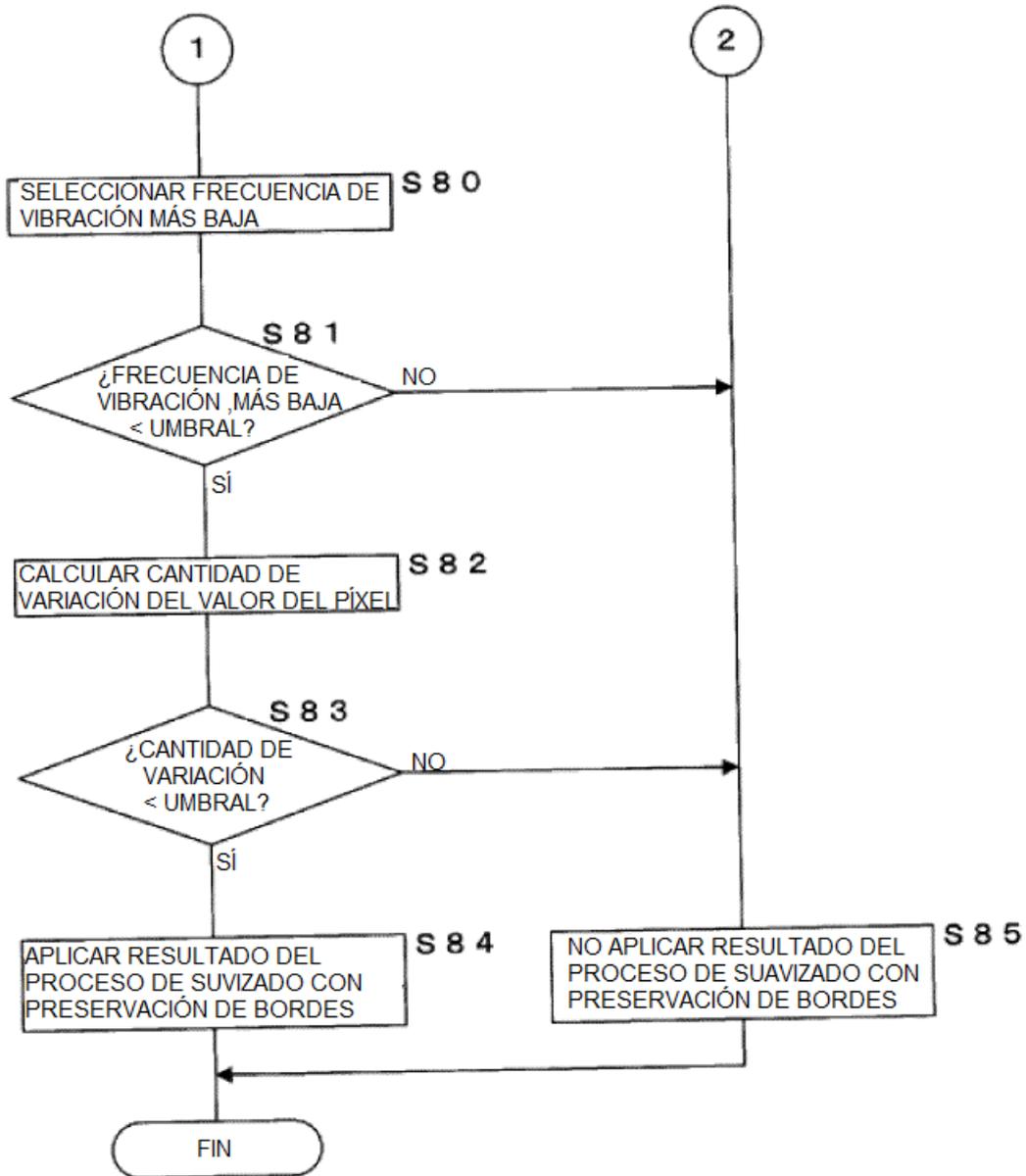


FIG. 25

